

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

MASHINA DETALLARI

**fanidan kurs loyihasini bajarish
5310400-“Aviasozlik va havo kemalaridan texnik foydalanish”
yo‘nalishi uchun “Mashina detallari”dan
uslubiy qo‘llanma**

Toshkent 2015

UDK 531.8

Orifxo‘jayev S.A. Mashina detallari fanidan kurs loyihasini bajarish.

5310400 – “Aviasozlik va havo kemalaridan texnik foydalanish” yo‘nalishi uchun “Mashina detallari”dan uslubiy qo‘llanma. Toshkent, ToshDTU, 2015, 164 b.

Qo‘llanmada 5310400 – “Aviasozlik va havo kemalaridan texnik foydalanish” yo‘nalishi uchun kurs loyihasini bajarish yo‘llari ko‘rsatilgan. Kurs loyihasini bajarish ketma-ketligi bilan bir qatorda ko‘p uchraydigan loyihalarni hisoblash namunalari bilan bir qatorda topshiriq variantlari ham keltirilgan

Mazkur uslubiy qo‘llanmadan mashina detallari, mashina va mexanizmlar nazariyasi hamda amaliy mexanika fanlarini o‘rganuvchi talabalar ham foydalanishlari mumkin.

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga ko‘ra chop etildi.

Taqrizchilar: TAYI professori, t.f.n.; – Alimuxamedov Sh.P.

TDTU kafedra mudiri, t.f.n. – Mirzayev Q.Q.

I.Bo‘lim. Hisoblash-tushuntirish ishlari

1.1.«Mashina detallari»dan kurs loyihasini bajarish

Har qanday texnologik mashinalar energiya manbai (elektrodvigatel va boshqalar) hamda uzatmalar (tasmali, tishli yopiq va ochiq, chervyakli, zanjirli)dan tashkil topgan bo‘lib, bunday ketma-ketliklar yigindisiga yuritmalar deyiladi.

«Mashina detallari»dan kursaviy loyihalash talabalarning eng birinchi mustaqil konstruktorlik ishi hisoblanadi. Uni bajarish jarayonida talaba o‘zining nazariy bilimlarini amalda qo‘llash yo‘l-yo‘riqlarini, fanda to‘plangan ma‘lumotlar jadvallaridan hamda loyihalash talablarining qonun-qoidalaridan foydalanishni o‘rganadi.

Kurs loyihasini bajarish fizika, matematika, umumtexnika fanlari, metallar texnologiyasi, materiallar qarshiligi, muhandislik chizmachiligi, chizma geometriya fanlaridan olingan bilimlarga asoslanadi. Kurs loyihasining topshirig‘i mexanika ish bajaruvchi organ sifatida olingan qorishtirgichlar, lentali yoki zanjirli konveyer, turli yuklagichlar, maxsulot tarqatkich va boshqalarning harakatlanishini ta‘minlovchi yuritmaning kinematik sxemasi, boshlang‘ich ma‘lumotlar sifatida ularning energetikaviy ko‘rsatkichlari berilgan bo‘ladi.

Talabalar yuritmaning barcha uzatmalarini, ularning barcha elementlarigacha, masalan, bir yoki ikki pog‘onali silindrik, konussimon-silindrik, bir pog‘onali konussimon, chervyakli reduktor va qo‘shimcha tarzda egiluvchan organli zanjirli yoki tasmali uzatmani ham hisoblab loyihalashlari kerak bo‘ladi.

Jadvallari keltirilgan turli elektrodvigatellar orasidan 4A rusumli 3 fazali shamollatib turiladigan asinxron elektrodvigatelni tanlash tavsiya qilinadi (17-jadval).

Uzatish nisbatlari qiymatlari bir pog‘onada: silindrik uzatmalar – 3 dan 6 gacha, konussimon uzatmalar – 2 dan 4 gacha, chervyakli uzatmalar – 8 dan 80 gacha, zanjirli uzatmalar- 3 dan 6 gacha, tasmali uzatmalar – 2 dan 4 gacha oraliqda Davlat standartlari jadvalidan tanlanishi talab qilinadi.

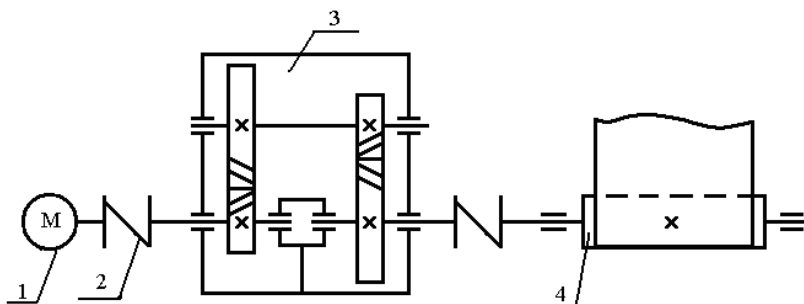
Yuqorida keltirilganlarga asoslangan holda texnologik mashinani loyihalash birinchi navbatda yuritmasining kinematik hisobidan

boshlanadi. Kinematik hisob yordamida yuritma vallarining barcha ko'rsatkichlarini aniqlanadi. Keyinchalik bunday ko'rsatkichlar asosida yuritmaning barcha uzatmalarining loyihaviy hisoblari bajariladi.

1.2. Yuritmaning kinematik hisobi

Sxemasi berilgan yuritmaning kinematik hisobi bajarilsin:

Berilgan: $P_{ish}=4,5 \text{ kVt}$, $\omega_{ish}=50 \text{ sek}^{-1}$



1-rasm. Lentali konveyer yuritmasi.

Hisoblash:

1.3. Elektrodvigatelning talab qilingan quvvati:

$$P_{\text{so}}^T = \frac{P_{ish}}{\eta_{um}} \quad \eta_{um} = \eta_1 \eta_2 \eta_3^k$$

bunda mexanika uzatmalarning foydali ish koeffitsiyentlari jadvalidan $\eta_1 = \eta_{sil} = 0,97 \div 0,98 \approx 0,97$ -yopiq silindrik uzatmaning f.i. k. (birinchi pog'ona uchun)

$\eta_2 = \eta_1 = 0,97 \div 0,98 \approx 0,97$ -yopiq silindrik

uzatmaning f.i. k. (ikkinchi pog'ona uchun)

$\eta_3 = 0,99$ - bir juft dumalash podshipniklari f.i.k.

$K = 4$ yuritmadagi dumalash podshipniklari juftlari soni

$$\eta_{um} = 0,97 \cdot 0,97 \cdot 0,99^4 = 0,9$$

$$P_{\text{so}}^T = \frac{4,5}{0,9} = 5$$

4

Elektrodvigatellar jadvalidan (17-jadval) 4A rusumli shamollatib turiladigan yopiq elektrodvigatelni $P_{\text{эо}}^T \leq P_{\text{эо}}^{\text{oc}}$ shart asosida sinxron aylanishlari soni $n_{\text{sin}} \approx 1500$ yoki 1000 ligini tanlaymiz (yoki jadval P₁ [4]).

n sin	Rusumi	Quvvati kVt	s %	n _{dv}
1500	4A-112M4	5,5	3,7	1445
1000	4A-132S2	5,5	3,3	967

bunda $n_{\text{dv}} = n_s \frac{100 - s}{100}$, bo'yicha hisoblangan.

Uzatish nisbatining umumiy qiymati.

$$\text{I-hol} \quad i_{\text{um}} = \frac{n_{\text{dv}}}{n_{\text{ish}}} = \frac{1445}{50} = 28,9 \quad (n_{\text{dv}}^s = 1500 \text{ uchun})$$

$$\text{II-hol} \quad i_{\text{um}} = \frac{967}{50} = 19,34 \quad (n_{\text{dv}}^s = 1000 \text{ uchun})$$

1.4. Uzatish nisbatini pog'onalararo taqsimlash

Bu ishni ikki pog'onali o'qdoshtiruvchi reduktor pog'onalari uchun $u_1 = u_2$ tarzida, yoyliq sxemali reduktorlar uchun $u_2 = 0.89 u_1$ tarzida belgilash tavsiya etiladi. Shunda reduktor o'lchamlari eng ixcham (optimal) bo'ladi.

$$\text{I hol uchun } i_1 = i_2 \approx \sqrt{i_{\text{um}}} = \sqrt{28,9} = 5,376$$

$$\text{II hol uchun } i_1 = i_2 \approx \sqrt{i_{\text{um}}} = \sqrt{19,34} = 4,398$$

Bu qiymatlarni standart qatorda berilgan yaqin qiymatlar bilan almashtirish uzatma o'lchamlarini standart bo'lishini ta'minlaydi:

$$\text{I-hol uchun } i_1^{\text{st}} = i_2^{\text{st}} = 5,6$$

$$\text{II-hol uchun } i_1^{\text{st}} = i_2^{\text{st}} = 4,5$$

Ikkala holat uchun ham "i_{gost}" miqdorlari jadvalidagi ikkinchi qator raqamlari yaqin keldi. Tanlab olingan uzatish nisbatlari quyidagi

$$\Delta i_{um} = \frac{i_{um}^t - i_{um}^{st}}{i_{um}^s} \cdot 100\% \leq \pm 3\% \quad (1.1)$$

shartni bajarishi tekshiriladi:

$$\text{I hol: } \Delta i_{um} = \frac{28,9 - 31,36}{28,9} \cdot 100\% = -8,5\%$$

$$\text{II hol: } \Delta i_{um} = \frac{19,34 - 20,25}{19,34} \cdot 100\% = -4,7\%$$

Ikkala holat uchun ham – (1.1) shart bajarilmagan. Adabiyot [4] ning 37 betida «bitta pog‘ona uzatish nisbati $i \leq 4,5$ bo‘lganda 2,5% ga, $i \geq 4,5$ bo‘lganda 4% ga o‘zgarishi mumkin» deyilganidan foydalanamiz.

II holat hisobining farqi kichikroq bo‘lgani uchun uning i sini 2,5%ga kamaytirishimiz mumkin. 4,5 uchun: $2,5\% = (4,5:100) \cdot 2,5 = 0,1125$, demak $i = 4,5$ emas $i = 4,5 - 0,1 = 4,4$ olamiz.

Shunda

$$\Delta i_{um} \frac{19,34 - 4,4^2}{19,34} 100\% = \frac{19,34 - 19,36}{19,34} 100\% = -0,103\% \leq \mp 3\% \text{ shart}$$

bajarildi.

Qabul qilamiz $i_1 = i_2 = 4,4$.

Keltirilganlarga qo‘shimcha sifatida yuritmaning umumiy uzatish nisbatini pog‘onalararo taqsimlashda pog‘onalar uzatish nisbatlarining qiymatlari standart miqdor bo‘lishi va ular loyiha-lanayotgan yuritma optimal o‘lchamlarda olinishini ta‘minlaydigan usulni keltirish mumkin. Buning uchun “ i_{gost} ” jadvalidagi birinchi va ikkinchi qator raqamlarini umumlashtirib, ikkinchi qatorni birin-chisiga «singdirib», hosil bo‘lgan umumlashgan raqamlar qatoridan «chizgich» sifatida foydalanamiz.

ГОСТ 2185-66 dagi “ГОСТ” jadvali quyida keltirilgan:

1-qator: 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0

2- qator: 1,12; 1,4; 1,8; 2,24; 2,8; 3,55; 4,5; 5,6; 7,1; 9,0; 1

Masalan, «umumlashtirilgan» qator quyidagicha bo‘lishi mumkin:

Ikkala pog‘onasi ham silindrik uzatmadan tashkil topgan yuritma uchun jadvalda keltirilgan miqdorlarning 2,8 dan 6,3 gacha bo‘l-ganlarini «singdirib», «chizgich» hosil qilamiz:

2,8; 3,15; 3,55; 4,0; 4,5; 5,0; 5,6; 6,3;

Deylik, hisoblash natijasi sifatida yuritmaning umumiy uzatish nisbati, yuqoridagi misolda keltirilganidek, $i_{um} = 19,36$ bo'ldi. Bu miqdordan kvadrat ildizning qiymati: $\sqrt{i_{um}} = \sqrt{19,34} = 4,398$ ga teng chiqdi. Shu miqdorni yuqorida tayyorlangan «chizgich» ga qo'yamiz. «Chizgich» da uning egallagan o'rnini 4,5 ga yaqin nuqtani ko'rsatadi. Agar shu nuqtani markaz sifatida qarab, ungacha va undan keyin bir xil masofada joylashgan raqamlar ko'paytmasini olsak, natijalar bir – biriga yaqin va talab qilingan i_{um} ga deyarli teng chiqishini ko'ramiz.

Loyihalana yotgan yuritma o'lchamlarining optimal bo'lishini ta'minlash maqsadida i_1^{st} uchun 5,0 va i_2^{st} uchun 4,0 larni tanlaymiz. Birinchi pog'ona yetakchi - tezyurar, ikkinchisi yetaklanuvchi-sekinyurar bo'lgani uchun ham katta miqdor birinchisiga, kichik miqdor esa- ikkinchisiga berildi.

Bu miqdorlar [3,4] larda keltirilgan

$i_1^{st} = 1,1 \sqrt{u_{red}}$ va $i_2^{st} = 0,89 \sqrt{u_{red}}$ kabi tavsiyalarga hechqanday zid kelmaydi.

Yuritmalarning pog'onasi uchta bo'lgan hollar uchun so'nggi-yetaklanuvchi pog'ona uchun qo'llanishi talab qilingan uzatma uzatish nisbatining eng kichik miqdorini tayinlab olish va qolgan ikkita pog'ona uzatish nisbatlarini yuqorida keltirilgan usul yordamida belgilash xechqanday qiyinchilik tug'dirmaydi.

Agar uch pogonali yuritmaning songgi ikki pogonasi silindrik yoki konussimon-silindrik reduktorni tashkil qilsa, va shu reduktorning olchamlari optimal bolishi talab qilinsa, yuritmaning birinchi pogonasi uchun uzatish sonining katta qiymatini belgilash, reduktorni tashkil qiluvchi qolgan ikki pogona uzatish sonlarini esa yuqoridagidek, «chizg'ich» usulida belgilash tavsiya qilinadi. Bu holat, ko'pincha, birinchi pogonasi tasmali uzatmadan tashkil topgan yuritmalarda qo'llanadi.

1.5. Yuritma vallarining ko'rsatkichlari:

Quvvatlar:

$$P_1 = P_{\text{talab e.d}} = 5 \text{ kVt.}$$

$$P_2 = P_1 \eta_1 \eta_3^2 = 5 \cdot 0,97 \cdot 0,99^2 = 4,75 \text{ kVt}$$

$$P_3 = P_2 \eta_2 \eta_3^2 = 4,52 \text{ kVt}$$

Aylanishlar soni:

$$\text{I Val. } n_1 = n_{dv} = 967 \text{ min}^{-1}$$

$$\text{II Val. } n_2 = \frac{n_1}{u} = \frac{967}{4,4} = 219,8 \text{ min}^{-1}$$

$$\text{III Val. } n_3 = \frac{n_2}{u} = \frac{219,8}{4,4} = 49,95 \text{ min}^{-1}$$

Burovchi momentlar:

$$T_1 = 9550 \frac{P_1}{n_1} = 9550 \frac{5}{967} = 49,38 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$T_2 = T_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_3^2 = 49,38 \cdot 4,4 \cdot 0,97 \cdot 0,99^2 = 206,56 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$T_3 = T_2 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3^2 = 36,94 \cdot 4,4 \cdot 0,97 \cdot 0,99^2 = 864,05 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Berilgan sxemasiga asosan yuritmaning keltirilgan kinematik hisobining natijasi, ko'rinib turganidek, yuritma barcha vallarining loyihaviy hisobini bajarish uchun yetarli va zarur bo'lgan barcha ko'rsatkichlarni aniqlashdan iborat. Bu ko'rsatkichlar asosida yuritmaning istalgan uzatmasini hisoblash va loyihalashni bajarish mumkin.

Talabalardan yuritmani tashkil qiluvchi uzatmalarni hisoblash va loyihalashda vallar korsatkichlarini «aralashtirib» yuborishdan ehtiyot bo'lishlari talab qilinadi.

1.6. Tishli uzatmalarni hisoblash

Tishli uzatmalarning ishlash tarzi bir juft g'ildirak tishlarining ilashishiga asoslangan bo'lib, bunda g'ildiraklardan kichik o'lchamlisini shesternya, kattasini esa tishli g'ildirak deyiladi. Bunday uzatmalarning eng ko'p qo'llanadiganlari evolventaviy tishlilaridir.

Mazkur qo'llanmada to'g'ri va qiya evolventa tishli uzatmalarning: silindrsimon tashqi ilashmali, konussimon va chervyaklilarining mustahkamligini hisoblash va loyihalash yo'llari ko'rsatilgan. Uzatmalar ishlashish sharoitiga va konstruktiv bajarilishiga ko'ra ochiq va yopiq turlarga bo'linadi.

Loyihaviy hisoblarni bajarishda quvvat, aylanish tezligi va uzatish soni bilan birgalikda uzatmaning ishlash sharoiti ham berilgan bo'lishi kerak. Bular: muhitning tavsifi, harorati, uzatmaning ishlash tarzi (reversivligi), ishga tushirilib turish intensivligi, ishlash muddati va shu kabilar. Bu maxsus sharoitlar material tanlash, ruxsat etilgan kuchlanishlar qiymatini aniqlash va yuklanish koefitsientining miqdorini belgilashda e'tiborga olinadi.

1.7. Tishli g'ildiraklar materialini tanlash. Ruxsat etilgan kuchlanishlarni aniqlash

Tishli g'ildiraklar tayyorlash uchun asosiy material sifatida po'latlardan foydalaniladi. Katta o'lchamdagi sekin harakatlanuvchi va ochiq uzatmalar g'ildiraklari uchun cho'yandan ham foydalaniladi. Tishlarining qattiqligi bo'yicha po'lat g'ildiraklarni ikki guruhga bo'ladilar:

1. Qattiqligi $HB \geq 350$ yaxshilangan va normallashtirilgan po'latlar;

2. Qattiqligi $HB < 350$ - toblangan po'latlar.

Birinchi guruh po'latlardan tayyorlanadigan g'ildiraklar tishlari termik ishlov berilgandan keyin qirqib tayyorlanadi, shuning uchun yuqori aniqlikka erishish uchun qimmat ishlov jarayonlar qo'llash talab qilinmaydi. Bu holat ularning kam seriyali va individual hamda kam va o'rta yuklanishli sharoitlar uchun yetarlicha keng qo'llanishini taqozo etadi.

Tishlarning bir-biriga ilashib moslashishi uchun shesternya tishlari qattiqligini g'ildiraknikidan $20 \div 50$ HB birlikka ko'prok olish tavsiya qilinadi.

Birinchi guruhga mansub material sifatida tishli g'ildiraklar uchun uglerodli St 40, 45, 50 va legirlangan 50Г, 40Х, 45Х, 40ХН, 30ХМА, 30ХН3 po'latlardan foydalaniladi. Qattiqligi $HB < 350$

bo'lgan po'latlarning tishli g'ildirak va shesternya uchun qandaylarini tanlash ma'qulligi to'g'risida [3,4] adabiyot tavsiyalaridan foydalanish mumkin.

Shesternya va g'ildirak uchun bir xil material tanlash va ularning xar biri uchun xar xil termik ishlov berish, masalan, shesternya uchun yaxshilash, g'ildirak uchun normallashtirish, g'ildiraklar o'lchamlarining farqi katta bo'lmagan hollarda bir xil termoishlov berish ham mumkin. Bunday holda shesternyaning mexanikaviy xarakteristikasi yuqorirok bo'lishi ta'minlanishi kerak.

Qo'llangan xomashyosi bo'yicha g'ildiraklar quyma, bolg'algan, shtamplangan va dumaloq jo'valangan po'latdan tayyorlangan bo'ladi.

Ochiq uzatmalar tishli g'ildiraklarini tayyorlashda ko'ng'ir cho'yan SCh 21-40, SCh 23-44 va modifikatsiyalangan cho'yan SCh 28-48, SCh 32-52 hamda SCh 35-56 [4] lardan foydalaniladi. Cho'yan kam moylangan sharoitda toliqib uvalanishga chidamli, eguvchi kuchlanishlarga chidamsiz, tannarxi arzon, quymakorlik xususiyati yaxshi, ishlov berish osonligi bilan ajralib turadi. Modifikatsiyalangan cho'yanning yangicha tarkibdagilari quyma po'latlarga ham raqobatbardosh bo'lgani uchun yopiq uzatmalarda ham qo'llanila boshlandi.

Eguvchi kuchlanishlar bo'yicha ruxsat etilgan kuchlanishlarni ochiq va yopiq uzatmalarning tekshiruv va loyihaviy hisoblarini bajarish uchun tanlash, yuklanish sharoitini e'tiborga olgan holda quyidagicha bo'ladi.

Ma'lumki, materialning qattiqligiga mos ravishda uzatmaning o'lchamlari ham o'zgaradi: Material qancha qattiq bo'lsa o'lchamlar shuncha ixcham yoki kichik bo'ladi. Material to'g'risidagi ma'lumotlarni quyidagi 1-jadval dan olinadi.

**Tishli g'ildiraklar tayyorlash uchun ishlatiladigan
po'latlarning mexanikaviy xossalari**

Po'lat rusumi (markasi)	Xomashyo diametri, mm	Mustaxkamlik chegarasi, σ_v , MPa	Oquvchanlik chegarasi σ_{ok} , MPa	O'rtacha qattiqligi HB	Termik ishlov turi
45	100-500	570	290	190	normallash
45	< 90 90-120	780 730 690	440 390 340	230 210 200	yaxshilash
30XГC	<140 >140	1020 930	840 740	860 250	
40X	<120 120-160 >160	930 880 830	690 590 540	270 260 245	
40XH	<150 150-180 >180	930 880 835	690 590 540	280 265 250	
40L 45L	- -	520 540	290 310	160 180	normallash
35ГЛ 35XГCL	- -	590 790	340 590	190 220	yaxshilash
Po'lat rusumi			Qattiqligi HRC	Termik ishlov turi	
30XГC, 35XM, 40X, 40XH 12XH3A, 18X2H4MA, 20XM 20XГM, 25XГT, 30XГT, 35X 30X2MIOA, 38X2Ю, 40X 40X, 40XH, 35XM			45-55 50-63 56-63 56-63 45-63	Toblash sementatsiyalash, to- blash ni- trotsementatsiyalash azotlash yu.ch.t. bilan qizdirib sirtni toblash	

O'quv maqsadlarida quyidagi soddalashtirilgan munosabatdan foydalaniladi:

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_F^0}{[S_F]} \quad (1.2)$$

Extiyotkorlik ko'effitsiyentini quyidagi ikkita ko'effitsiyentlar ko'paytmasi kabi aniqlanadi:

$$[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]''$$

bulardan birinchisi $[S_F]'$ - tishli g'ildiraklar materiali xossalari-ning doim bir xil bo'lmashligini, uning o'zgarmaslik ehtimolligi 99% gacha ekanini e'tiborga oladi. Bu koeffitsiyent tishli uzatmaning ishonchlilik darajasini ham e'tiborga oladi.

Ikkinchi koeffitsiyent esa g'ildirak xomashyosining tayyorlanish usulini aks ettirib, qoliplash va shtamplash uchun $[S_F]'' = 1,0$; jo'valash uchun $[S_F]''' = 1,15$, quymakorlik yordamida tayyorlangan xomashyo uchun $[S_F]'' = 1,3$ bo'ladi.

Tishlarining ikkala tomoni ham ishlaydigan reverslanuvchi uzatmalar uchun ruxsat etilgan kuchlanishlar miqdorini 25% kamaytirib olish kerak.

$\sigma_{F_{limb}}^0$ - tishlarning eguvchi kuchlanishlar bo'yicha sinishgacha chidamlilik chegarasi bo'lib, normallashtirish va yaxshilash termik ishlovdan o'tkazilgan po'latlar uchun $\sigma_{F_{limb}}^0 = 1,8 \text{ HB, MPa}$, olinadi.

Xuddi shu holda toblangan po'latlar uchun ehtiyotkorlik koeffitsiyenti $[S_F]' = 1,75$ bo'ladi [4]. Egilishga hisoblashda ishga yaroqlilik muddati koeffitsiyenti K_{Fl} ni ham e'tiborga olish kerak. Bu koeffitsiyent bazaviy va ekvivalent sikllar sonlarining nisbatini aks ettirib, barcha po'latlar uchun

$$K_{Fl} = \sqrt[4]{4 \cdot 10^6 / N_{FE}} \quad \text{tarzida olinadi}$$

$K_{Fl} = 1 \div 2$ bo'lishi mumkin.

Bunda $N_{FE} = 60 \cdot L_h \cdot n \cdot c$ - to'liq ishlash muddati davomida xar bir tishning yuklanish sikllari soni.

L_h - soatlarda o'lchangan hisobiy ishlash muddati

n - tishli g'ildirakning aylanishlari soni, ayl/min.

c - mazkur g'ildirak bilan ilashishda bo'lgan boshqa g'ildiraklar soni.

$L_h = L \cdot 365 \cdot K_{yil} \cdot 24 \cdot K_{sut}$, soatlarda o'lchangan hisobiy ishlash muddati

L - yillarda berilgan ishlash muddati;

K_{yil} va K_{sut} uzatmadan yil va sutka davomida foydalanish koeffitsiyentlari.

Kontakt kuchlanishlar bo'yicha loyihaviy hisoblar uchun ruxsat etilgan kuchlanishlar

$$[\sigma_H] = K_{HL} \cdot \sigma_{lim B} / S_H$$

munosabat yordamida aniqlanadi, S_H – ehtiyotkorlik koeffitsiyenti bo'lib, normallashtirish, yaxshilash va xajmiy toblash uchun $S_H = 1,1$ olinadi. K_{NL} – kontakt mustahkamligini hisoblashdagi ishga yaroqlilik muddati (umrboqiylik-dolgovechnost) koeffitsiyenti.

$$K_{HL} = \sqrt[6]{4 \cdot 10^7 / N_{HE}} ; K_{HL} = 1 \div 2,4$$

Hisoblashda $K_{HL} < 1$ bo'lsa $K_{HL} = 1$ olinadi. N_{HE} ning qiymati esa N_{FE} kabi aniqlanadi.

$\sigma_{Hlim6} = 2HB + 70$, MPa tarzida normallashtirish va yaxshilash termik ishlovli g'ildirak tishlari uchun hisobiy ruxsat etilgan kuchlanish sifatida, ikkala g'ildirakdan qaysi biri uchun $[\sigma_H]$ kichikroq bo'lsa, o'shanisi olinadi.

Qiya tishli g'ildiraklar uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish miqdorini

$$[\sigma_H] = 0,45 ([\sigma_H]_1 + [\sigma_H]_2) \text{ tarzida olinadi}$$

bunda $[\sigma_H] < 1,23 [\sigma_H]_{min}$ shart bajarilishi kerak.

$[\sigma_H]_{min}$ – ikkala g'ildiraklardan ruxsat etilgan kuchlanish qiymatining kamrog'i.

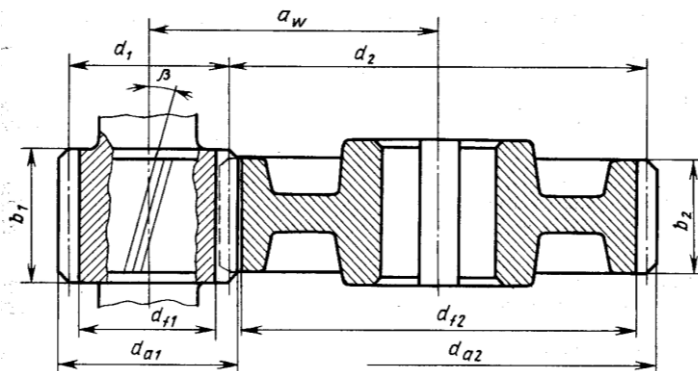
2. Ochiq tishli uzatmalarni hisoblash

Ochiq tishli uzatmalarning asosiy ishga layoqatlilik mezoni sifatida tishlarning egilish bo'yicha toliqishi hisoblanadi. Bunga asosiy sabab sifatida bunday uzatmalarning kichik aylanma tezliklarda, katta xajmdagi changda va yomon moylanib ishlashini ko'rsatish mumkin. Uzatmaning eguvchi kuchlanishlarga chidamliligi tishlarning moduli va g'ildirakning eni bilan belgilanadi.

Ochiq uzatmaning loyihaviy hisobini bajarishga kirishishdan avval uzatmaning yuritmadagi joylashgan o'rnini va unga ta'sir etuvchi kuch faktorlari (quvvat yoki burovchi moment, aylanishlari

soni yoki burchak tezligi, uzatmaning uzatish soni)ning qiymatlarini aniq va to'g'ri belgilab olish kerak. Ko'pincha hisoblashda bunday ko'rsatkichlar qo'shni uzatma (odatda reduktorga ta'sir etuvchi)niki bo'lib chiqadi. Shuning uchun barcha ko'rsatkichlarning indekslariga ahamiyat berish va ular topshiriq sxemasidagilarga mos bo'lishini yoddan chiqarmaslik talab qilinadi.

2.1. Ochiq silindrik tishli uzatmaning hisobi



2-rasm. Silindrik g'ildirakli uzatma.

1. Yuqorida keltirilgan tavsiyalar asosida g'ildiraklarni tayyorlash uchun material tanlanadi. [4]. Adabiyotdagi jadvallardan tanlangan materialning mexanikaviy xossalari yozib olinadi (σ_b , σ_t , HB). Odatda g'ildirak xomashyosining diametri $300 \div 500$ mm lar oralig'ida olinadi.

2. Avval keltirilgan tavsiyalar asosida ruxsat etilgan eguvchi kuchlanish qiymatlari aniqlanadi.

3. Shesternyaning tishlari minimal qiymatga yaqin qilib tanlanadi. Tuzatish kiritilgan to'g'ri tishli g'ildiraklar uchun $z_1 \geq 21$, qiya tishlilari uchun $z_1 \geq 19$, shularning eng kam qiymatlari $z_{1\min} = 17$ va $z_{1\min} = 15$ qilib olinishi mumkin [4].

4. G'ildirak tishlari soni aniqlanadi

$$z_2 = u \cdot z_1,$$

u – uzatmaning kinematik hisobidan olingan uzatish soni.

5. z_1 va z_2 lar uchun tish shakllarining koeffitsiyentlari Y_{F1} va Y_{F2} lar 2 jadvaldan tanlanadi.

2-jadval

Tish shakli koeffitsiyenti Y_F qiymatlari

z_1, z_2	20	25	30	40	50	60	70	80	≥ 100
Y_F	4,09	3,9	3,8	3,7	3,66	3,62	3,61	3,61	3,6

Qiya tishli g'ildiraklar uchun Y_F ning qiymati ekvivalent tishlar soniga mos qilib tanlanadi: $z_v = z_{\text{экв}} = \frac{z}{\cos^3 \beta}$

qiyalik burchagi qiymatlari $\beta = 8 \div 15^\circ$, shevron tishli g'ildiraklar uchun $\beta = 20^\circ \div 45$ olinadi.

6. Uzatma tishli g'ildiraklarining mustahkamligi kamrog'i $[\sigma_F]_1 / Y_{F1}$ va $[\sigma_F]_2 / Y_{F2}$ nisbatlarni taqqoslab aniqlanadi. Keyingi hisoblashlar keltirilgan nisbatning kichikroq qiymatiga ega bo'lgan g'ildirak bo'yicha olib boriladi.

7. Shesternya enining diametriga nisbati $\psi_{bd} = e/d_1$, belgilanadi. G'ildiraklar tayanchlarga nisbatan simmetrik joylashganda $\psi_{bd} = 0,8 \div 1,4$ (ko'pincha $\psi_{bd} = 1,0$), nosimmetrik joylashganda $\psi_{bd} = 0,6 \div 1,2$ (odatda $\psi_{bd} = 0,9$) va konsolda joylashganda $\psi_{bd} = 0,3 \div 0,4$ olinadi [4].

8. Eguvchi kuchlanishlar bo'yicha hisoblash uchun hisobiy yuklanish koeffitsiyenti $K = K_{F\beta} \cdot K_{Fv}$ tarzida aniqlanadi. $HB < 350$ ga teng bo'lgan noravon (o'zgaruvchan) yuklamali sharoitda ishlaydigan tishli gardish eniga ta'sir etuvchi yuklamaning barqarorlik koeffitsiyenti $K_{F\beta} = 1,3$, konsol joylashgani uchun $K_{F\beta} = 1.0$ olinadi. O'zgarmas qiymatga teng bo'lgan yuklanish sharoiti uchun [4] dan qarash kerak.

9. Eguvchi kuchlanishlar bo'yicha mustahkamlikni ta'minlovchi modul qiymati,

$$m_n = K_m \sqrt[3]{T_1 K_{F\beta} \cdot Y_F / (z_1^2 \cdot \psi_{ed} \cdot [\sigma_F])}, mm$$

bunda yuklanishning dinamikaviy ta'sirini e'tiborga olgan holda, dinamikaviylik koeffitsiyenti:

- to'g'ri tishli uzatmalar uchun $K_m = 1,4$;

- qiya tishli uzatmalar uchun $K_m = 1,12$.

Hisoblangan modul qiymati $\Gamma OCT 9563 - 60$ ning quyidagi qatoridan yaqinroq katta songa yaxlitlanadi.

1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,25; 4; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5,5; 6; 6,5; 7; 8; 4
9; 10; 12; 16.....

10. Tishli gardish eni aniqlanadi.

- g'ildirak gardishining eni $b_2 = b_w = \psi_{bd} \cdot z_1 \cdot m_n$;

- shesternya gardishining eni $b_1 = b_2 + 5 \text{ mm}$

11. Tishli g'ildiraklarning geometrik o'lchamlari:

a) bo'lish aylanalarining diametri:

$d_1 = m_n \cdot z_1 / \cos \beta$; $d_2 = m_n \cdot z_2 / \cos \beta$
(to'g'ri tishli g'ildiraklar uchun $\cos \beta = \cos 0^\circ = 1$)

b) tashqi aylanalar diametri:

$$d_{a1} = d_1 + 2 m_n ; \quad d_{a2} = d_2 + 2 m_n$$

d) Tish tubi aylanalari diametri:

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 m_n ; \quad d_{f2} = d_2 - 2,5 m_n$$

12. Tuzatish kiritilmagan tashqi ilashmali uzatmalar uchun markazlararo masofa

$$a_w = 0,5 (d_{w1} + d_{w2}) = 0,5(d_1 + d_2), \text{ mm};$$

(ichki ilashmalilari uchun

$$a_w = 0,5 (d_{w2} - d_{w1}) = 0,5(d_2 - d_1), \text{ mm};)$$

Qiya tishli g'ildirakli uzatmalar uchun a_w ni aniqlashda $d_1/\cos \beta$, $d_2/\cos \beta$ lardan foydalanish kerak.

13. Uzatmada ta'sir etuvchi kuchlar

a) aylanma kuch $F_t = 2T_1 / d_1$, N;

b) radial kuch $F_r = F_t \tan \alpha / \cos \beta$, N ;

d) normal kuch $F_n = F_t / \cos \alpha \cdot \cos \beta$, N;

e) bo'ylama kuch $F_a = F_t \tan \beta$, N ;

14. Tekshirish hisobi bajariladi:

$$\sigma_F = Y_F \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta \cdot \frac{W_{Ft}}{m_n} \leq [\sigma_F]$$

bunda $[\sigma_F]$ va y_F lar mustahkamligi kamroq g'ildirakka tegishlisi olinadi.

$Y_\varepsilon = 1/(K_\varepsilon \varepsilon_a)$ – kontakt chizig'i umumiy uzunligini e'tiborga oluvchi koeffitsiyent: $K_\varepsilon = 0,75$,

ε_a – tish qoplanish koefitsiyenti

$$\varepsilon_a = \left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{z_1} \pm \frac{1}{z_2} \right) \right] \cdot \cos \beta$$

$Y_\beta = \cos \beta$ - tishlarning qiyaligini e'tiborga oluvchi koefitsiyent.

$$W_{Ft} = \frac{F_t \cdot K_{Fa} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv}}{e_w} \quad - \text{ keltirilgan hisobiy aylanma}$$

kuch.

bunda K_{Fv} koefitsiyentini quyidagi 3-jadvaldan olinadi:

3-jadval

Yuklanishlarning dinamikaviylik koefitsiyenti K_{Fv}

Aniqlik darajasi	Tishlar ishchi sirti qattiqligi HB	Aylanma tezlik v , m/s		
		3	3÷8	8÷12,5
6	≤ 350	1/1	1,2/1	1,3/1,1
	> 350	1/1	1,15/1	1,25/1
7	≤ 350	1,15/1	1,35/1	1,45/1,2
	> 350	1,15/1	1,25/1	1,35/1,1
8	≤ 350	1,25/1	1,45/1,3	-/1,4
	> 350	1,2/1,1	1,35/1,2	-/1,3

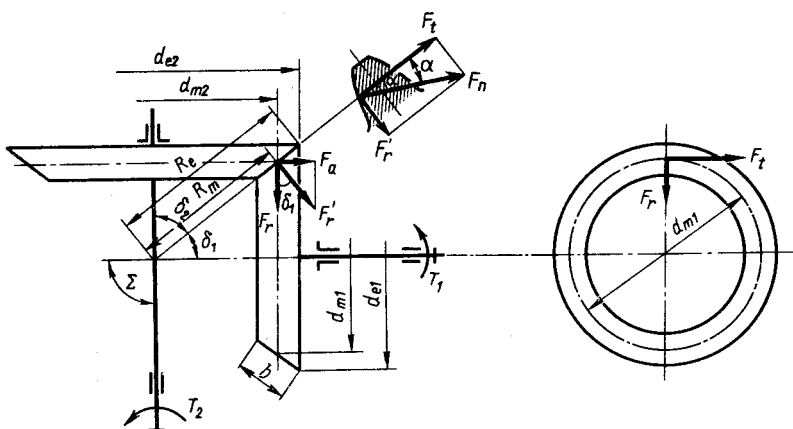
Izoh: Suratdagi qiymatlar to'g'ri tishli uzatmalar uchun, maxrajdagilari qiya tishlilari uchun

Hisoblash natijasi quyidagi shartni qoniqtirishi kerak:

$$\Delta\sigma\% = \frac{[\sigma_F] - \sigma_F}{[\sigma_F]} \cdot 100\% \leq \pm 15\%$$

Agar natija manfiy ishorali bo'lsa uzatma o'shancha miqdorga zo'riqib, musbat bo'lsa – zo'riqmasdan ishlashini bildiradi.

2.2. Ochiq konussimon g'ildirakli tishli uzatma



3-rasm. Konussimon tishli g'ildirakli uzatma.

Ochiq konussimon g'ildirakli tishli uzatmalar odatda faqat to'g'ri tishli bo'ladi. Ularning hisobi silindrik uzatmalar hisobidan unchalik farq qilmaydi.

Hisoblashning bandlari 14-bet xuddi silindrik uzatmalardagidek bajariladi.

5. Tish shaklining koeffitsiyentlari Y_{F1} va Y_{F2} lar jadval 2 dan ekvivalent tishlar soni $z_{v1} = z_1 / \cos \delta_1$ va $z_{v2} = z_2 / \cos \delta_2$ larga moslab tanlanadi.

Boshlang'ich (bo'lish) konuslik burchaklari

$$\delta_2 = \arctg u ; \quad \delta_1 = 90^\circ - \delta_2 ;$$

6. G'ildiraklardan mustahkamligi kamroq bo'lgani aniqlanadi (aynan silindrik g'ildirakli uzatmalardagidek).

7. Shesternya enining o'rta diametriga nisbati koeffitsiyenti

$\psi_{ed} = \epsilon/d_{m1} \approx 0,3 \div 0,6$, ($HB \leq 350$ bo'lsa $\psi_{ed} = \epsilon/d_{m1} \approx 0,5 \div 0,6$) kabi aniqlanadi, bunda $\psi_{ed} = b/R_e \leq 0,3$ va $\epsilon \leq 10 \cdot m_{te}$ shartlar bajarilgan bo'lishi kerak.

8. Eguvchi kuchlanishlar bo'yicha gardish enining yuklanish noravonligi koeffitsiyenti $K_{F\beta}$ ham aynan silindrik uzatmalardagidek aniqlanadi.

9. Eguvchi kuchlanishlar bo'yicha mustahkamlikni ta'minlovchi hisobiy o'rtacha modul qiymati aniqlanadi.

$$m_{tm} = K_m \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot K_{F\beta} \cdot Y_F}{0,85 \cdot z_1^2 \cdot \Psi_{ed} \cdot [\sigma_F]}}, \text{ mm}$$

bunda dinamikaviy yuklanish koeffitsiyenti K_{F0} ning o'rtacha qiymatini e'tiborga olgan holda dinamikaviylik koeffitsiyenti $K_m = 1,5$ olinadi.

10. Uzatmaning tishli g'ildiraklari o'qlari o'zaro $\delta_1 + \delta_2 = 90^\circ$ bo'lgan holdagi o'lchamlari:

a) tishli gardish eni $b = \psi_{ed} \cdot m_{tm} \cdot z_1$;

b) tashqi aylana bo'yicha o'lchangan modul $m_{te} = m_{tm} + b \cdot \sin \delta_1 / z_1$;

bu modul qiymatini ГОСТ 9563 – 60 bo'yicha yaxlitlab

$b \leq 10 m_{te}$ bo'lishi tekshiriladi.

d) tanlangan standart modulni e'tiborga olgan holda tashqi konuslik masofasi $Re = m_{te} \cdot z_1 / 2 \sin \delta_1$;

e) o'rtacha konuslik masofasi $Rm = Re - 0,5b$;

f) o'rta modulning xaqiqiy qiymati; $m_{tm} = m_{te} \cdot Rm / Re$;

g) o'rta bo'luvchi aylanalar diametrlari;

$$d_{m1} = m_{tm} \cdot z_1; \quad d_{m2} = m_{tm} \cdot z_2;$$

h) tashqi bo'luvchi aylanalar diametrlari

$$d_{te1} = m_{te} \cdot z_1; \quad d_{te2} = m_{te} \cdot z_2 \text{ aniqlanadi.}$$

11. To'g'ri tishli konussimon g'ildirakli uzatmada ta'sir etuvchi kuchlar:

a) Aylanma kuch $F_t = 2T_1/d_{m1}$;

b) Shesternyaga ta'sir etuvchi radial kuch $F_{r1} = F_t \cdot \operatorname{tga} \cdot \cos \delta_1$;

d) Shesternyaga ta'sir etuvchi bo'ylama kuch $F_{a1} = F_t \cdot \operatorname{tga} \cdot \sin \delta_1$;

e) Normal kuch $F_n = F_t / \cos \alpha$;

Shesternyaga ta'sir etuvchi radial kuch g'ildirakdagi bo'ylama kuchga $F_{a2} = F_{r1}$, shuningdek, shesternyadagi bo'ylama kuch g'ildirakdagi radial kuchga teng bo'ladi: $F_{r2} = F_{a1}$;

12. O'rtacha aylanma tezlik

$$v_m = \frac{\pi d_{m1} \cdot n_1}{60 \cdot 1000}, m/s$$

Uning qiymati bo'yicha K_{Fv} jadval 3 dan aniqlanadi.

13. Mustahkamlikni tekshirish hisobi silindrik tishli uzatmalardagidek bajariladi:

$$\sigma_F = y_F \frac{W_{Ft}}{0,85 \cdot m_{tm}} \leq [\sigma_F];$$

bunda Y_F va $[\sigma_F]$ lar kamroq mustahkamlikka ega bo'lgan g'ildirakka tegishli bo'lishi lozim.

3. Yopiq tishli uzatma (reduktor)larni hisoblash

Tashqi muxitdan alohida korpuslar bilan himoyalangan yoki mashinalarning ichki qismlarida joylashgan uzatmalar yopiq uzatmalar deyiladi. Bunday uzatmalar chang, loy va boshqa shu kabi abraziv zarrachalari bo'lgan moddalardan yaxshi himoyalangan. Ular odatda toza va yaxshi moylangan sharoitda ishlaydi.

Alohida korpusga joylashtirilib, tishli yoki chervyakli uzatmalardan tuzilgan va harakat manbaidan ish bajaruvchi organga (yetakchi valning katta aylanishlari sonini kamaytirib, kichik miqdordagi burovchi momentini kattalashtirib) uzatish uchun mo'ljallangan mexanizmlarni reduktorlar deb nomlanadi.

Mazkur qo'llanmada bir va ikki pog'onali tuzatishsiz va profil burchagi $\alpha = 20^\circ$ qilib tayyorlangan tishli va chervyakli uzatmalardan tashkil topgan reduktorlarning hisobi berilgan. Misollar

bo'limida, yuqorida ketirilgan reduktorlar hisobi bilan bir qatorda, ikki pog'onali silindrik reduktordan tashkil topgan yuritmaning loyihaviy hisobi ham to'la holda keltirilgan.

Yopiq tishli uzatmalarning asosiy ishga layoqatlilik mezoni sifatida tishlarining ishchi sirtlariga ta'sir etuvchi o'zgaruvchan kontakt kuchlanishlar σ_H va tishlar tubida yuzaga keluvchi eguvchi kuchlanishlar σ_F hisoblanadi. Bunday uzatmalarning loyihaviy hisoblari σ_H bo'yicha, tekshirish hisoblari esa σ_F bo'yicha olib boriladi.

Geometrik o'lchamlar nuqtai – nazardan qaralganda kontakt kuchlanishlar bo'yicha mustahkamlikni ta'minlovchi uzatmaning markazlararo masofasi a_w va g'ildiraklarning tishli gardishlarining eni b_w larni aniqlanadi.

Hisoblash yuritmaning kinematik hisobida olingan natijalar asosida olib boriladi. Bunda ham ta'sir etuvchi ko'rsatkichlarni aynan hisoblanishi mo'ljallanayotgan reduktorga taalluqli ekaniga alohida e'tibor berish talab qilinadi.

3.1. Silindrik tishli g'ildirakli uzatma

1. Shesternya va g'ildirak materiallarini tanlash ochiq uzatmalar uchun tanlash kabi bajariladi.

2. Ruksat etilgan kontakt $[\sigma_H]_1, [\sigma_H]_2$ va eguvchi $[\sigma_F]_1, [\sigma_F]_2$ kuchlanishlarni tanlash yuqorida keltirilgandek bajariladi

3. Shesternyadagi burovchi moment

$$T_1 = 10^3 \cdot P_1 / \omega_{11}, H\text{m}$$

bunda P_1 – shesternya validagi quvvat, kVt

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} - \text{shesternyaning burchak tezligi, sek}^{-1};$$

$$T_1 = P_1 \cdot 1000 \frac{30}{\pi n_1} = \frac{30000}{3,14} \cdot \frac{P_1}{n_1} = 9550 \frac{P_1}{n_1};$$

n_1 - shesternyaning aylanishlari soni, ayl/ min, yoki min^{-1} ;

4. Shesternya bo'lish (boshlangich) aylanasi diametri

$$d_1 = K_d \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot K_{H\beta} (u \pm 1)}{u \cdot \psi_{ed} \cdot [\sigma_H]^2}}, mm$$

po‘latdan tayyorlangan to‘g‘ri tishli g‘ildiraklar uchun kuchlanishlarning dinamikaviy koeffitsiyenti $K_d=780 \text{ MPa}^{1/3}$, qiya tishli po‘lat g‘ildiraklar uchun $K_d=680 \text{ MPa}^{1/3}$; g‘ildirak eni yoki tish uzunligining diametrga nisbati koeffitsiyenti ψ_{bd} va $K_{H\beta}$ lar eguvchi kuchlanishlar uchun hisoblanganidek aniqlanadi.

5. Tishlarining uzunligi yoki tishli g‘ildiraklar gardishining ishi chi eni $a_w = \Psi_{ed} \cdot d_1$

6. Ilashish moduli $m_n = b_w / \psi_m$; Odatda reduktor tarzida ishlaydigan uzatmalarda $HB \leq 350$ holatlari uchun $\psi_m = 30 \div 25$; Aniqlangan modulning standart qiymati $\Gamma OCT 9563-60$ dan olinadi.

7. Shesternya va g‘ildirak tishlari soni

$$z_1 = d_1 \cos \beta / m_n \geq 17, \quad z_2 = u \cdot z_1$$

to‘g‘ri tishli g‘ildiraklar uchun $\cos \beta = 1$, qiya tishli g‘ildiraklar uchun

$$\beta = 8^\circ \div 15^\circ \text{ bo‘lib, o‘rtacha } \beta = 10^\circ \text{ olinadi.}$$

Tishlar soni z_1 va z_2 larni yaxlitlashda uzatish soni $u = z_2 / z_1$ ning qiymati tanlanganidan $\Delta n \leq \pm 3 \%$ oralig‘ida bo‘lishini ta‘minlash kerak.

8. Markazlararo masofa

$$a_w = 0,5 (z_1 + z_2) m_n / \cos \beta$$

Qiya tishli uzatmada a_w ning butun son bo‘lishi uchun qiyalik burchagini o‘zgartirgan ma’qul

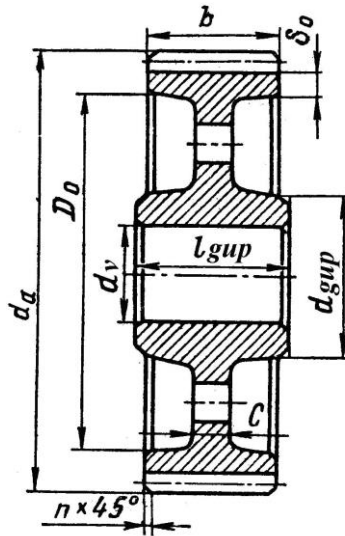
$$\cos \beta = \frac{m_n (z_1 + z_2)}{2a_w}$$

9. Yangi β burchak qiymatiga mos bo‘lgan g‘ildiraklar diametrlari qayta aniqlanadi (2-rasm):

$$d_1 = m_n z_1 / \cos \beta; \quad d_2 = m_n z_2 / \cos \beta;$$

$$d_{a1} = d_1 + 2m_n; \quad d_{a2} = d_2 + 2m_n;$$

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 m_n; \quad d_{f2} = d_2 - 2,5 m_n.$$



4-rasm. Silindrik tishli g'ildirak.

10. Uzatmadagi kuchlarni aniqlash xuddi ochiq uzatmalardagidek bo'ladi.[4]. Hisobiy kontakt kuchlanishlarni tekshirish

$$\sigma_H = z_H \cdot z_M \cdot z_\varepsilon \sqrt{\frac{W_{Ht}(u \pm 1)}{d_1 \cdot u}} \leq [\sigma_H]$$

bunda $z_H = 1,77 \cos \beta$ - ilashish geometriyasini e'tiborga oluvchi koeffitsiyent; $z_M = 275 \text{ MPa}^{1/2}$ - po'lat g'ildiraklar uchun materialning mexanikaviy xossasini e'tiborga oluvchi koeffitsiyent.

$$z_\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{K_\varepsilon \cdot \varepsilon_a}} \text{ - qiya tishli, } z_\varepsilon = 1 \text{ - to'g'ri tishli g'ildiraklar}$$

uchun kontakt chizigi umumiy uzunligini e'tiborga oluvchi koeffitsiyent ($K_\varepsilon = 0,95$; ε_a - ochiq uzatma hisobiga qarang).

$$W_{Ht} = \frac{F_t}{b} \cdot K_{Ha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\nu} \text{ - keltirilgan hisobiy}$$

aylanma kuch, N/mm;

$$F_t = \frac{2T}{d_1}, \quad F_t - \text{uzatmadagi aylanma kuch};$$

b – tish uzunligi yoki g'ildirak eni;

uzatmaning ish sharoitini e'tiborga oluvchi K_{Ha} , $K_{H\beta}$, va $K_{H\alpha}$ ko'effitsiyentlarni har qanday holatlar uchun quyidagi 4,5 va 6-jadvallardan olinadi:

4-jadval

Qiya va shevron tishli uzatmalar uchun K_{Ha} ning qiymatlari

Aniqlik darajasi	Aylanma tezlik v , m/s				
	1 gacha	5	10	15	20
6	1	1,02	1,03	1,04	1,05
7	1,02	1,05	1,07	1,10	1,12
8	1,06	1,09	1,13	-	-
9	1,1	1,16	-	-	-

Izoh: to'g'ri tishli g'ildiraklar uchun $K_{Fa} = 1$

5-jadval

$K_{H\beta}$ ko'effitsiyenti qiymatlari

$\psi_{ed} = \frac{v}{d_1}$	Tish sirtining qattiqligi					
	HB $\leq$ 350			HB $>$ 350		
	1	2	3	1	2	3
0,4	1,15	1,04	1,0	1,33	1,08	1,02
0,6	1,24	1,06	1,02	1,50	1,14	1,04
0,8	1,30	1,08	1,03	-	1,21	1,06
1,0	-	1,11	1,04	-	1,29	1,09
1,2	-	1,15	1,05	-	1,36	1,12
1,4	-	1,18	1,07	-	-	1,16
1,6	-	1,22	1,09	-	-	1,2
1,8	-	1,25	1,11	-	-	-
2,0	-	1,30	1,14	-	-	-

Izoh: 1-ustunda keltirilgan miqdorlar g'ildiraklari konsol joylashgan uzatmalar uchun; 2-da g'ildiraklari tayanchlarga nisbatan nosimmetrik, 3-da g'ildiraklari tayanchlarga nisbatan simmetrik joylashgan uzatmalar uchun

K_{Hv} koefitsiyenti qiymatlari

Uzatmalar	Tishlar sirti qattiqligi HB	Aylanma tezlik v, m/s			
		5 gacha	10	15	20
		Aniqlik darajasi			
		8		7	
To'g'ri tishli	≤350	1,05	-	-	-
	<350	1,10	-	-	-
Qiya va shevron tishli	≤ 350	1,0	1,01	1,02	1,05
	<350	1,0	1,05	1,07	1,10

Eslatma: K_{Ha}-yuklanishning tishlararo taqsimlanish koefitsiyenti; K_{Hβ} - yuklanishning notekis taqsimlanish koefitsiyenti; K_{Hv} - yuklanishning dinamikaviy (vaqt davomida o'zgarib) ta'sir etish koefitsiyenti

agar
$$\Delta\sigma = \frac{[\sigma_H] - \sigma_H}{[\sigma_H]} \cdot 100\% \leq \pm 15\%$$

shart bajarilsa, hisoblashlar qoniqarli deb qabul qilinadi. Natija musbat ishorali bo'lsa uzatma tishlari zo'riqmasdan, manfiy bo'lsa – zo'riqib ishlashi ma'lum bo'ladi.

12. Hisob natijasini eguvchi kuchlanishlar bo'yicha olingan natija bilan taqqoslanadi. Odatda $\sigma_F \ll \sigma_H$.

3.2. Konussimon tishli g'ildirakli uzatmalarni hisoblash

1,2 va 3 bandlar aynan silindrik uzatmalardagidek 14-bet bajariladi.

4. Shesternya o'rta diametrining taxminiy qiymatini kontakt kuchlanishlar bo'yicha

$$d_{m1} = K_d \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot K_{H\beta} \sqrt{u^2 + 1}}{0,85 \psi_{bd} \cdot [\sigma_H]^2 \cdot u}}, mm$$

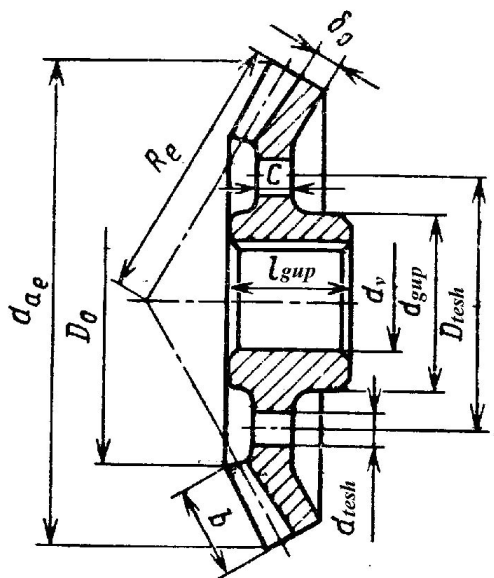
hisoblab topiladi.

K_d, K_{Hβ}, ψ_{bd} lar yuqorida keltirilgan; uzatish soni u esa kinematikaviy hisoblashda aniqlangan.

Uzatma ko'rsatkichlari (parametrlari)ning taxminiy qiymatlari:

- a) tishli gardish eni $b_w = \psi_{bd} \cdot d_{m1}$;
- b) bo'luvchi konuslik burchaklari $\delta_2 = \text{artg } u$; $\delta_1 = 90 - \delta_2$;
- d) shesternyaning tashqi diametri $d_{e1} = d_{m1} + b \cdot \sin \delta_1$;
- e) tashqi konuslik masofasi $R_e = d_{e1} / 2 \sin \delta_1$;
- f) tavsiya qilingan qiymatlari $\psi_{be} = b / R_e \leq 0,3$ bo'lishi

kerak.



5-rasm. Konussimon tishli g'ildirak.

6. Ilashmaning tashqi aylana bo'yicha o'lchangan modulini $b \leq 10 m_{te}$ dan aniqlanadi. $m_{te} = b/10$ qiymati GOST 9563 – 60 bo'yicha (17 bet) standartlashtiriladi.

7. Tishlar soni $Z_1 = d_{te}/m_{te}$ va $Z_2 = u \cdot Z_1$ aniqlanadi. Yaxlitlangandan keyin uzatish soni $u = Z_2 / Z_1$ ning qiymati $\Delta u \leq \pm 3 \%$ ni tashqil etishi ta'minlangan bo'lishi kerak.

8. GOST 19325 – 73 va GOST 19624 – 74 larga mos bo'lgan Z_2 , Z_1 va m_{te} lar asosida hisoblangan ko'rsatkichlar aniqlanadi:

$$\delta_2 = \arctg (Z_2/Z_1); \delta_1 = 90 - \delta_2; d_{m2} = m_{te} \cdot Z_1; d_{e2} = m_{te} \cdot Z_2;$$

$$d_{m1} = d_{e1} - b \sin \delta_1; \quad d_{m2} = d_{e2} - b \sin \delta_2;$$

$$R_e = d_{e1}/2 \sin \delta_1; \quad m_{tm} = \frac{d_{m1}}{Z_1} - \text{o'rtta diametr bo'yicha o'lchangan}$$

modul.

9. Uzatmada ta'sir etuvchi kuchlarni hisoblash (11- bet).

To'g'ri tishli konussimon g'ildirakli uzatmada ta'sir etuvchi kuchlar:

a) Aylanma kuch $F_t = 2 T_1 / d_{m1}$;

b) Shesternyaga ta'sir etuvchi radial kuch $F_{r1} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \delta_1$;

d) Shesternyaga ta'sir etuvchi bo'ylama kuch $F_{a1} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \delta_1$;

e) Normal kuch $F_n = F_t / \cos \alpha$;

10. O'rtacha aylanma tezlik

$$v_m = \frac{\pi d_{m1} \cdot n_1}{60 \cdot 1000}, m/s$$

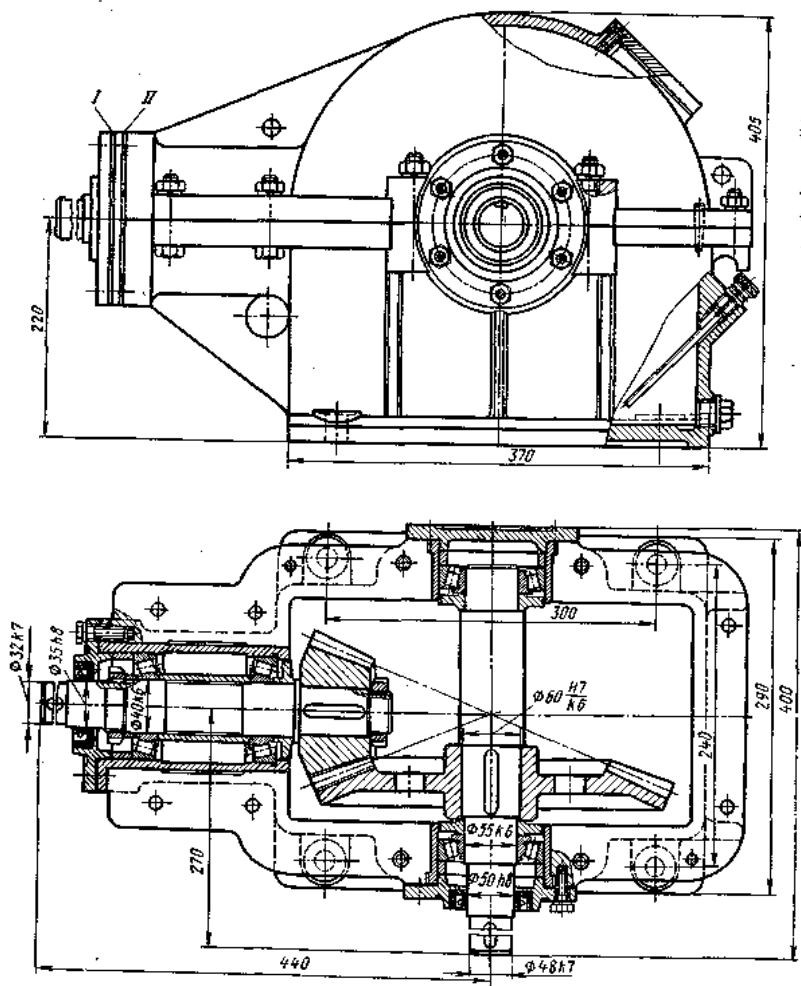
uzatmani tayyorlash aniqligi 7 sinfga oid qilib belgilanadi.

11. Tishlar mustahkamligini eguvchi kuchlanishlar bo'yicha tekshirish hisobi silindrik uzatmalardagidek bajariladi (12- bet).

$$\sigma_F = Y_F \frac{W_{Ft}}{0,85 \cdot m_{tm}} \leq [\sigma_F]$$

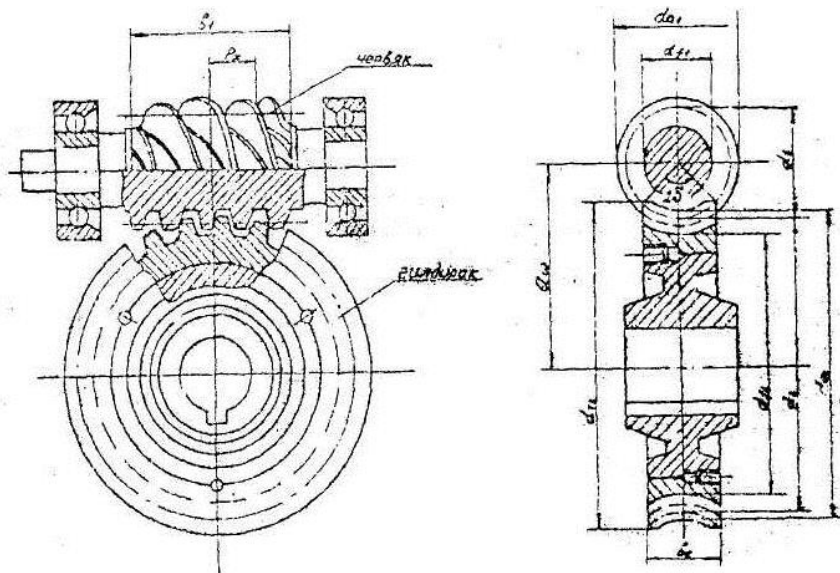
bunda $Y_\varepsilon \cdot Y_\beta = 1$ bo'lib, Y_F ning mustahkamligi kamroq g'ildirakka tegishlisi olinadi (Y_{F1} va Y_{F2} larning qiymatlari 2-jadval dan ekvivalent tishlar soni $Z_{v1} = Z_1 / \cos \delta_1$ va $Z_{v2} = Z_2 / \cos \delta_2$ larga mos qilib tanlanadi)

Quyidagi 6-rasm da loyihalangan bir pog'onali konussimon reduktorning chizmasi ikki proektsiyada berilgan.



6-rasm. Bir pogʻonali konussimon tishli gʻildirakli reduktor.

3.3. Chervyakli uzatmalarni hisoblash



7-rasm.

Mashinasozlikda Arximed chervyakli uzatmalardan keng foydalaniladi. Ilashmadagi sirpanish tezligining kattaligi va ilashish chizig'iga nisbatan noqulay yo'nalganligi sababli uzatmada g'ildirak tishlarining yuqori darajada yeyilishi va tiqilib qolish xodisasi yuzaga keladi. Buning asosiy sababchisi bo'lib uzatmada yuzaga keluvchi kontakt kuchlanishlar hizmat qiladi. Shuning uchun ham chervyakli uzatmalarning asosiy hisobi sifatida kontakt kuchlanishlar bo'yicha, tekshiruv hisoblari sifatida eguvchi kuchlanishlar bo'yicha hisoblash qabul qilingan.

Chervyakli uzatmani (7-pacm) hisoblash uchun boshlang'ich ma'lumotlar sifatida kinematikaviy hisoblashda aniqlangan:

T_2 – chervyak g'ildiragi validagi burovchi moment, Nm;

u – uzatish soni, topshiriq shartida berilgan uzatmaning ishlash muddati L_h – soat, kerak bo'ladi. Hisoblashlar natijasida chervyakli uzatmaning, vallarning, tayanchlar va uzatma korpusining o'lchamlari aniqlanadi.

3.4. Chervyakli reduktorning hisoblash ketma – ketligi

1. Reduktorning kinematik hisobi va elektrodvigatelni tanlash (bunda faqat elektrodvigatel va chervyakli reduktordan iborat yuritma ko‘rilayapti. Agar yuritmada boshqa uzatmalar ham bo‘lsa ularni ham e‘tiborga olish kerak).

a) Chervyakli reduktorning foydali ish koeffitsiyentini $\eta \approx 0,8$ va demak $Z_1 \approx 2$ deb qabul qilamiz.

Agar uzatish soni u ilgaritdan ma‘lum bo‘lsa F.I.K. va Z_1 lar qiymatini quyidagidan olamiz.

$$Z_1 = 1; \quad \eta = 0,70 \div 0,75 \approx 0,73$$

$$Z_1 = 2; \quad \eta = 0,75 \div 0,82 \approx 0,80$$

$$Z_1 = 3; \quad \eta = 0,80 \div 0,87 \approx 0,84 \quad \text{standartda yo‘q}$$

$$Z_1 = 4; \quad \eta = 0,85 \div 0,92 \approx 0,88$$

b) Elektrodvigatelning talab qilingan quvvati $R_{e,d}^T$:

$$P_{\rho,0}^T = \frac{P_{ishchi}}{\eta}, kVt$$

d) 4-A rusumli elektrodvigatellar jadval 17 yoki P1[4] dan, aylanishlari soni $n_{dv}=1000$ yoki 1500 min^{-1} bo‘lgan, quvvati $P_{ed}^j \geq P_{\rho,0}^t$ shartni qoniqtiruvchisini tanlaymiz va chiqish vali diametri d_{dv} qiymatini ham jadval P2 [4] dan yozib olamiz ;

2. Reduktorning uzatish soni u

$$u = \frac{n_{dv}}{n_{ishchi}}$$

3. Uzatish soni u ning qiymati bo‘yicha chervyak kirimlari soni Z_1 ni quyidagi 7-jadval tavsiyasi bo‘yicha qayta aniqlaymiz:

Chervyak kirmilari soni Z_1 ning tavsiyaviy qiymatlari

u	7÷8	9 ÷ 13	14 ÷ 27	28 ÷ 40	> 40
Z_1	4	3 ÷ 4	2 ÷ 3	1 ÷ 2	1

4. Chervyak gildiragi tishlari soni

$$Z_2 = u \cdot Z_1$$

Tishlar soni Z_2 ni butun songa yaxlitlab, oxirgi u_{ox} ni qayta aniqlaymiz va xatolik $\Delta u \%$ ni tekshiramiz

$$\Delta u \% = \frac{u_{ox} - u}{u} \cdot 100\% \leq \pm 3\%$$

bo'lishi kerak. ГОСТ 2144-76 bo'yicha $\Delta u \% \leq \pm 3\%$ deb belgilangan.

Uzatmada sirpanish tezligi $v_s \leq 2$ m/s bo'lgan hollarda chervyak gildiragini cho'yandan, $v_s \geq 2$ m/s bo'lganda esa g'ildirak gupchagini cho'yandan, gardishini bronzadan tayyorlanadi. Chervyakni esa doimo po'latdan tayyorlanadi.

a) Chervyak uchun 40X rusumli po'lat tanlab, uni HRC 45 qattqlikkacha toblab, jilvirlashni belgilaymiz. (8-jadval).

b) Chervyak gildiragi uchun $v_s \geq 2$ m/s bo'lganda va uzatmaga qo'shimcha talablar qo'yilmagan hollarda ko'p qo'llanadigan bronza Br A9 J3L ni 8-jadvaldan tanlaymiz.

Material		Sirpanish tezligi v_s qiymatlari uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanish $[\sigma_N]$ lar, MPa						
Chervyak g'ildiragi gardishi uchun	Chervyak uchun	0,5	1	2	3	4	5	6
Br A9J3L	HRC>45 Po'lat	182	179	173	167	161	150	138

Br A10 J4H4L	HRC>45 Po‘lat	196	192	187	181	175	164	152
SCh 15 yoki SCh18	Po‘lat 20 yoki se- mentatsiyalangan 20X Po‘lat	128	113	84,5	-	-	-	-
SCh 10 yoki SCh15	Po‘lat 45 yoki Po‘lat 6	113	98	71	-	-	-	-

8-jadvaldan material uchun ruxsat etilgan kontakt kuchlanishlar-ni sirpanish tezligiga moslab tanlaymiz. Masalan, $v_s = 4$ m/s deb olsak, $[\sigma_H] = 161$ MPa, agar $v_s = 4,5$ m/s bo‘lsa

$$[\sigma_H] = \frac{161 + 150}{2} = 155,5 \text{ MPa bo‘ladi.}$$

5. Ruxsat etilgan eguvchi kuchlanishlarni tanlash

Ruxsat etilgan eguvchi kuchlanishlar miqdorini $[\sigma_{OF}] = K_{FL} \cdot [\sigma_{OF}]$ shart asosida tanlaymiz, bunda K_{FL} - benuqson ishlash davri koef-fitsiyenti bo‘lib, kuchlanishlarning siklik o‘zgaruvchanligini e‘tibor-ga oladi.

$$K_{FL} = \sqrt[9]{\frac{10^6}{N_\Sigma}} = 0,543 \div 1,0$$

$N_\Sigma = 60n_2t$ – belgilangan to‘liq ishlash muddati davomidagi kuchlanishlarning siklik o‘zgarishlari soni.

n_2 – chervyak g‘ildiragi aylanishlari soni, min^{-1} .

t - uzatmaning ishlash muddati, soat;

K_{FL} - ning kichik qiymati 0,543 ni $N_\Sigma > 25 \cdot 10^7$ bo‘lganda, qol-gan hollarda bronza yoki cho‘yan g‘ildiraklar uchun $K_F = 1$ olinadi. Dastaki yuritmalar uchun $K_{FL} \leq 1,5$ bo‘ladi.

$[\sigma_{OF}]$ - chervyak g‘ildiragi tishlari material uchun ruxsat etilgan eguvchi kuchlanish, MPa; Uning qiymatini quymakorlik turiga va chervyak sirti qattiqligi HRC ga qarab jadval 9 dan tanlanadi:

Bronza yoki choʻyan rusumi	Quyma turi	Chervyak sirti qattiqligi		Izox
		Ruxsat etilgan eguvchi kuchlanish [σ _{OF}] MPa		
		HRC<45	HRC ≥ 45	
Br O10 f1	P K	45 57	55 71	P – qumlik qolipga quyilgan K – kokilga quyilgan S – markazdan qochirma quymakorlik maxsuloti
BrO10H1f1	S	64	80	
Br A9J3L	P	81	98	
SCh15	P	37	47	
SCh18	P	42	53	

Tanlangan BrA9J3L uchun $[\sigma_{OF}]^1 = 98$, va $[\sigma_{OF}] = K_{FI} [\sigma_{OF}]^1 = 0.543 \cdot 98 = 53.3$ MPa ga teng bo‘ladi.

6. Markazlararo masofani kontakt kuchlanishlar bo‘yicha aniqlanadi

$$a_w = \left(\frac{Z_2}{q} + 1 \right) \sqrt[3]{ \left(\frac{170}{\frac{Z_2}{q} \cdot [\sigma_H]} \right)^2 \cdot K \cdot T_2 \cdot mm}$$

bunda Z_2 , $[\sigma_H]$ ma‘lum (30,32 betlar), q , K va T_2 larni aniqlash kerak:

a) chervyakning nisbiy diametrini $q = 10$ deb qabul qilamiz.

b) burovchi moment

$$T_2 = \frac{P_2}{\omega_2}, n \cdot m \text{ bunda } P_2 = P_1 \cdot \eta, \text{ kVt}; \quad \omega_2 = \frac{\omega_1}{u} = \frac{\pi \cdot n_{\text{os}}}{u}; \text{sek}^{-1}$$

d) $K=1,2$ – yuklanish koeffitsiyenti. Uning aniq qiymati keyin 14 bandda aniqlanadi.

7. Uzatma tishlari moduli

$$m = \frac{2a_w}{Z_2 + q}, mm$$

m ning miqdori bo‘yicha ГОСТ 2144–76 dan (10-jadval) m va q larning standart qiymatlarini tanlaymiz.

***m* va *q* larning standart qiymatlari
(ГОСТ 2144–76 dan qisqartirib olingan)**

m	2	2,5÷3			4				3			6, 8, 10, 12,5			
q	16	12,5	16	20	8	10	12,5	16	8	10	12,5	8	10	12,5	14

8. Standart *m* va *q* lar uchun markazlararo masofa

$$a_w = \frac{m(q + Z_2)}{2}, \text{ mm}$$

9. Chervyakning asosiy o'lchamlari:

- bo'lish aylanasi diametri $d_1 = mq$, mm;
- tashqi aylanasi diametri $d_{a1} = d_1 + 2m$, mm;
- tish tubi aylanasi diametri $d_{f1} = d_1 - 2,4m$, mm;
- jilolangan (shlifovkalangan) chervyakning tishlar qir qilgan sirti uzunligi: $Z_1 = 1$ yoki 2 da $sb_1 \geq (11 + 0,06 Z_2) \cdot m$, mm;

$Z_1 = 3$ yoki 4 da $b_1 \geq (12,5 + 0,06 Z_2) \cdot m$, mm;

Chervyak vint chizig'ining ko'tarilish γ burchagi 11-jadvaldan olinadi:

Burchak γ ning qiymatlari

Z_1	Chervyakning nisbiy diametri q					
1	8	10	12,5	14	16	20
1	$7^0 07^1$	$5^0 43^1$	$4^0 35^1$	$4^0 05^1$	$3^0 35^1$	$2^0 52^1$
2	$14^0 02^1$	$11^0 19^1$	$9^0 05^1$	$8^0 07^1$	$7^0 07^1$	$5^0 43^1$
3	$20^0 33^1$	$16^0 42^1$	$13^0 30^1$	$12^0 06^1$	$10^0 37^1$	$8^0 35^1$
4	$26^0 34^1$	$21^0 48^1$	$17^0 45^1$	$15^0 57^1$	$14^0 02^1$	$11^0 19^1$

10. Chervyak g'ildiragi tishlarining o'lchamlari:

- bo'lish aylanasi diametri $d_2 = m \cdot z_2$, mm;
- tashqi aylanasi diametri $d_{a2} = d_2 + 2m$, mm;
- chervyak g'ildiragining eng katta aylanasi diametri

$$d_{ae2} \leq d_{a2} + \frac{6m}{Z_1 + 2}, \text{ mm};$$

- tishli gardishning eni b_2

$$Z_1 = 1 \div 3 \text{ da } b_2 \leq 0,75 d_{a1}, \text{ mm};$$

$$Z_1 = 4 \text{ da } b_2 \leq 0,67 d_{a1}, \text{ mm};$$

11. Chervyakning aylanma tezligi

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \cdot 1000}, m/s.$$

12. Sirpanish tezligi

$$v_s = \frac{v_1}{\cos \gamma}, m/s$$

v_s ning qiymati bo'yicha jadval 8 dan ruxsat etilgan kontakt kuchlanish qiymati $[\sigma_H]^1$ qaytadan aniqlanadi va xatolik

$$\Delta \sigma_H \% = \frac{[\sigma_H] - [\sigma_H]^1}{[\sigma_H]} \cdot 100\% \leq \pm 15\%$$

bo'lishi tekshiriladi. Shart qanoatlantirilmagan hollarda uzatma ko'rsatkichlari ($a_w, q, Z_{2,v,m}$)ni o'zgartirish yoki chervyak g'ildiragi tishlarini mustahkamroq materialdan tanlab qaytadan hisoblash ishlarini bajarish kerak.

12-jadval

Ruxli bronzadan tayyorlangan chervyak g'ildiragi tishlarining po'lat chervyak tishlari sirti bo'ylab sirpanishidagi keltirilgan ishqalanish koeffitsiyentlari f va qarshilik burchaklari ρ^1 qiymatlari

v_s	f	ρ'	v_s	f	ρ'
0,1	0,08-0,09	$4^0 30^1 - 5^0 10^1$	2,5	0,03-0,04	$1^0 40^1 - 2^0 20^1$
0,25	$0,065 \div 0,075$	$3^0 40^1 - 4^0 20^1$	3,0	0,028-0,035	$1^0 30^1 - 2^0 00^1$
0,5	0,055 – 0,065	$3^0 10^1 - 3^0 40^1$	4,0	0,023-0,030	$1^0 20^1 - 1^0 40^1$
1,0	0,045 – 0,055	$2^0 30^1 - 3^0 10^1$	7,0	0,018-0,026	$1^0 00^1 - 1^0 30^1$
1,5	0,04 – 0,05	$2^0 20^1 - 2^0 50^1$	10,0	0,016-0,024	$0^0 55^1 - 1^0 20^1$
2,0	0,035-0,045	$2^0 00^1 - 2^0 30^1$	15,0	0,014-0,020	$0^0 50^1 - 1^0 10^1$

Izohlar:1.Kichik qiymatlar jilolanib jilvirlangan chervyaklar (shlifovkalanib polirovkalangan) uchun.

2. G'ildirak gardishi materiali latundan yoki rux qo'shilmagan bronzadan bo'lsa, keltirilgan miqdorlarni $30 \div 50\%$ ga oshirib olish kerak.

13. Uzatma foydali ish koeffitsiyentining qiymati aniqlanadi:

$$\eta = (0,95 \div 0,96) \frac{tg \gamma}{tg(\gamma + \rho^1)};$$

bunda ishqalanish burchagi ρ' ning qiymatini 12-jadvaldan olinadi:

14. Yuklanish koeffitsiyenti K ni tanlangan va hisoblangan o'lchamlar (parametrlar) asosida qaytadan aniqlaymiz.

Chervyakli uzatmalar uchun yuklanish koeffitsiyenti

$$K = K_{\beta} \cdot K_0$$

bunda K_{β} - yuklanishning kontakt chizig'i bo'ylab notekis taqsimlanish koeffitsiyenti bo'lib, yuklanishning chervyak deformatsiyalanishiga mos ravishda o'zgarish xarakterini e'tiborga oladi:

$$K_{\beta} = 1 + \left(\frac{Z_2}{\theta} \right)^3 (1 - x)$$

θ - chervyakning deformatsiyalanish koeffitsiyenti, 13-jadvaldan olinadi.

13-jadval

θ - koeffitsiyenti qiymatlari

Z_1	Nisbiy diametr q					
	8	10	12,5	14	16	20
1	72	108	154	176	225	248
2	57	86	121	140	171	197
3	51	76	106	132	148	170
4	47	70	98	122	137	157

X-yuklanish xarakterini e'tiborga oluvchi yordamchi koeffitsiyent bo'lib, i – rejimga mos burovchi moment T_i , aylanish chastotasi n_i lar va davom etuvchi vaqt t_i ga bog'lik ravishda aniqlanadi

$$x = \frac{\sum T_i t_i n_i}{T_{\max} \sum T_i n_i}$$

$T_{\max}$ - uzoq muddat ta'sir etuvchi eng katta burovchi moment.

Yuklanish o'zgarmas bo'lganda $x=1$, unchalik katta bo'lmagan o'zgaruvchan yuklanishlar uchun $x=0,6$, yuklanishning katta o'zgaruvchan holatlari uchun $x = 0,3$ olinadi. O'zgarmas yuklanishda $K_{\beta} = 1$.

Yuklanishning dinamikaviy koeffitsiyenti K_v uzatmaning sirpanish tezligi ϑ_s va tayyorlanish aniqligiga bog'liq bo'lib, 14 - jadvaldan olinadi:

14-jadval

K_v - koeffitsiyenti qiymatlari

Sirpanish tezligi ϑ_s , mG's				
Aniqlik darajasi	<1.5	1.5 ÷ 3	3 ÷ 7.5	7.5 ÷ 12
6	-	-	1.0	1.1
7	1.0	1.0	1.1	1.2
8	1.15	1.25	1.4	-
9 1.25	-	-	-	-
Izoh: Umumiy ishlarga mo'ljallangan reduktorlar uchun asosan 7 va 8 aniqlik darajasi belgilanadi. GOCT 3675-81 bo'yicha umuman 12 ta aniqlik darajasi belgilangan. Kuch uzatuvchi uzatmalar uchun kamayuvchi tarzda 5 dan 9 gacha aniqlik darajalari belgilangan				

15. Kontakt kuchlanish qiymati tekshiriladi:

$$\sigma_H = \frac{170}{Z_2} \sqrt{\frac{(\frac{Z_2}{q} + 1)^3}{a_w^3}} \cdot T_2 K \leq [\sigma_H];$$

Yuqoridagi 12 bandda $\Delta\sigma\%$ ning farqi $\pm 15\%$ oralig'ida bo'lishi kerakligi aytilgan.

16. Chervyak g'ildiragi tishlari mustahkamligini eguvchi kuchlanishlar bo'yicha tekshiriladi:

$$\sigma_F = \frac{1.2 T_2 K Y_F}{Z_2 b_2 m^2} \leq [\sigma_{F0}]$$

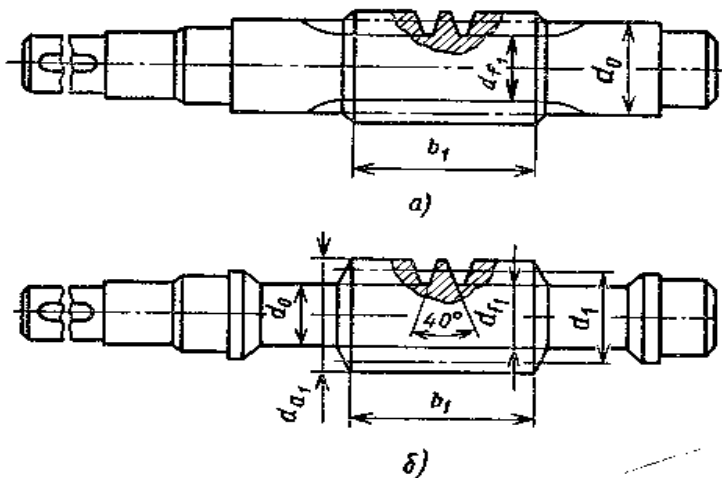
bunda Y_F ning qiymatini ekvivalent tishlar soni $Z_v = \frac{Z_2}{\cos^3 \gamma}$ ga mos qilib 15-jadvaldan tanlanadi.

15-jadval

Chervyak g'ildiragi tishlari shakli koeffitsiyenti Y_F ning qiymatlari

Z_v	28	30	35	40	45	50	65	80	100	150
Y_F	2.43	2.41	2.32	2.27	2.22	2.19	2.12	2.09	2.08	2.04

Chervyaklar odatda val bilan birgalikda tayyorlanadi. Bunday val-chervyak ham pog'onali shaklda, pog'onalar diametrlari o'lchamlari chervyak tish tubi diametri d_{f1} ga bog'lik ravishda belgilanadi (8-rasm).



8-rasm. Chervyaklar.

a) O'ramlari frezalab tayyorlangan. b) O'ramlari tokarlik dastgohida qirqib tayyorlangan.

17. Chervyakning tish qirqilmagan qismi diametri

$$d_{\kappa 1} = d_{f1} - (2 \div 3), \text{ mm};$$

- podshipniklar o'rnatiladigan qismi diametri (0 yoki 5 bilan tugaydigan raqam sifatida) $d_{\Pi 1} = d_{f1} - (5 \div 10), \text{ mm};$

- zichlagichlar oʻrnatiladigan qismi diametri $d_{3u4} = d_{III} - (0 \div 3)$ oraligida FOCT zichlagichlari oʻlchamiga moslashtiriladi [4].
- valning chiqish qismi diametri

$$d_{q1} = d_{zich} - (4 \div 5), \text{ mm};$$

Ayrim hollarda $d_{q1} = (0.75 \div 1.0)d_{os}$ tarzida ham olinishi mumkin.

18. Chervyak valining mustahkamligi tish qirqilgan qismining oʻrtasi uchun ekvivalent kuchlanish qiymatiga qarab baholanadi

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{(\sigma_{Ft} + \sigma_{Fa})^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma_{-1}]$$

bunda $\sigma_{Ft} = \frac{M_{F \max}}{0.1d_{f1}^3}$, MPa, - eguvchi moment taʼsiridan yuzaga

keluvchi normal kuchlanishning maksimal qiymati;

$\sigma_{Fa} = \frac{4F_{a1}}{\pi d_{f1}^2}$, MPa, - boʻylama kuch taʼsiridan yuzaga keluvchi

normal kuchlanishning maksimal qiymati ;

$\tau = \frac{T_1}{0.2d_{f1}^3}$, MPa, - urinma kuchlanishning maksimal qiymati;

$M_{F \max} = \sqrt{(M_{Fr} + M_{Fa})^2 + M_{Ft}^2}$, Nm; - kesimdagi eguvchi momentning maksimal qiymati;

$[\sigma_{-1}]$ - toliqish chegarasining kuchlanishi. Uning miqdori poʻlat rusumi va termik ishlov turiga qarab $55 \div 90$ MPa atrofida olinadi.

19. Chervyakli uzatmaning uzoq muddat benuqson ishlashi uzatma tishlarining normal ilashib ishlaganidagina taʼminlanishi mumkin. Buning uchun chervyak vali etarlicha biki boʻlishi va uning salqiligi f quyidagi shartni qanoatlantirishi kerak:

$$f = \frac{l^3 \sqrt{F_{t1}^2 + F_r^2}}{48EI_{\text{кел}}} \leq [f]$$

bunda $l = (0.9 \div 1.0)d_2$, mm, - valning tayanchlari orasidagi masofa;

f - chervyak valining salqiligi, mm;

$[f] = (0.005 \div 0.01)m$, mm, - salqilikning ruxsat etilgan qiymati ;

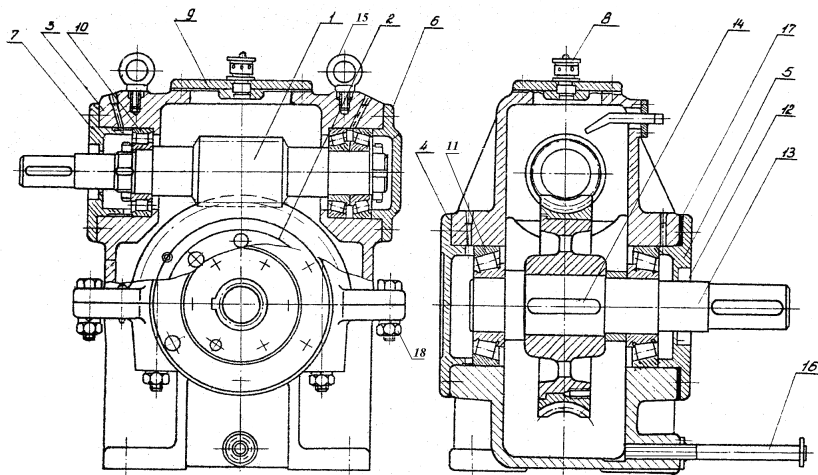
$$I_{kel} = \frac{\pi d_{f1}^4}{64} (0.375 \div 0.625 \frac{d_{a1}}{d_{f1}}) \text{ mm}^4, \text{ - chervyak ko'ndalang kes-}$$

imining keltirilgan inersiya momenti;

$E = 2.1 \cdot 10^5$, MPa – po'latning elastiklik moduli.

Agar $f \leq [f]$ shart bajarilmasa, chervyakning nisbiy diametri q ni kattalashtirish va hisoblashlarga shu asosda tuzatishlar kiritish kerak.

20. Chervyak valining aniqlashtirish hisobi xuddi silindrik yoki konussimon tishli uzatmalar vallari kabi xavfli kesimlardagi toliqish chegarasining koeffitsiyentlari bo'yicha bajariladi [4].



9-rasm. Bir pogonali chervyakli reduktor.

Chervyakli reduktorning asosiy detallari (9-rasm).

1. Chervyakli val.
2. Chervyakli g'ildirak.
3. Reduktor korpusining asosi.
4. Podshipnik qopqog'i (berk qopqoq, chervyak validagi).
5. Podshipnik qopqog'i (teshik qopqoq, chervyak g'ildiragi validagi).

6. Podshipnik qopqog‘i (berk qopqoq, chervyak validagi).
7. Podshipnik qopqog‘i (teshik qopqoq, chervyak validagi).
8. Shamollatkich tiqin.
9. Tuynuk qopqog‘i.
10. Yetakchi val podshipnigi .
11. Chiqish vali podshipnigi.
12. Manjetali zichlagich.
13. Chiqish vali.
14. Prizmatik shponka.
15. Rim – bolt.,
16. Moy to‘kkich tiqin.
17. Ilashmani sozlash zichlagich (to‘shalma)lari.
18. Boltli birikma.

4. Reduktor detallarining geometrik o‘lchamlari

4.1. Reduktor korpusining konstruktiv o‘lchamlari

Korpus asosi va qopqog‘i devorining qalinligi:
bir pog‘onali silindrik reduktor uchun

$$\delta = 0,025a_{\omega} + 1, mm;$$

$$\delta_1 = 0,02a_{\omega} + 1$$

bir pog‘onali konussimon reduktor uchun

$$\delta = 0,05R_e + 1; \quad \delta_1 = 0,04R_e + 1mm$$

bir pog‘onali chervyakli reduktor uchun

$$\delta = 0,04a + 2; \quad \delta_1 = 0,03a + 2mm$$

ikki pog‘onali reduktorlar uchun

$$\delta = 0,025a_c + 3; \quad \delta_1 = 0,02a_c + 3mm$$

Korpus cho‘yandan quyilgan bo‘lsa $\delta_{\min} = 8mm$,

Boshqa, ya‘ni rangli metall qotishmalaridan quyilib, yoki boshqa usul qo‘llab tayyorlansa $\delta \geq 5mm$ bo‘lishi ham mumkin.

Korpus asosi va qopqog‘i tutashuvchi flanetslari qalinligi $\delta = 1,5\delta; \delta_1 = 1,5\delta_1$

Korpus asosining poydevorga oʻrnatiladigan flanetsining qalinligi $p = 2.35\delta$

Shu flanetsda bolt uchun boʻrtiq tayyorlangan boʻlsa

$$p_1 = 1,5\delta; \quad p_2 = (2,25 \div 2,75)\delta$$

Korpus asosi va qopqogʻidagi qovurgʻalar qalinligi

$$m = (0,85 \div 1,0)\delta; \quad m_1 = (10,85 \div 1,0)\delta_1;$$

Poydevorga mahkamlash boltlari diametri :

- silindrik va chervyakli reduktorlarda

$$d_1 = (0,03 \div 0,036)a_c + 12; mm$$

- konussimon reduktorda

$$d_1 = 0,072R_e + 12; mm$$

Podshipniklar oldidagi boltlar diametri

$$d_2 = (0,7 \div 0,75)d_1;$$

Korpus asosi va qopqoqni biriktiruvchi boltlar

$$d_3 = (0,5 \div 0,6)d_1;$$

Bolt d_2 ning holatini belgilovchi oʻlchamlar

$$e \approx (1 \div 1,2)d_2; \quad q \geq 0,5d_2 + d_4;$$

bunda d_4 -podshipnik qopqogʻini biriktiruvchi bolt diametri

$$d_4 = (0,7 \div 0,75)d_3;$$

Bolt d_2 oʻrnatiladigan boʻrtiq qismi balandligi h_δ ni shunday tanlash kerakki, d_2 boltning kallagi va gayka sirtga toʻliq tegib tursin. Imkoni boricha barcha boʻrtiqlar balandligi bir xil boʻlishi kerak.

Korpusdagi podshipnik oʻrnatiladigan uyacha oʻlchamlari :

- uyacha diametri D_n -podshipnikning (yoki podshipnik. Stakani-ning) tashqi diametri boʻyicha olinadi.

- uyachaning tashqi diametri

$$D_q = D_2 + (2 \div 5)$$

bunda D_2 -podshipnik qopqogʻi flanetsining diametri

- uyacha uzunligi

$$\ell_{uyacha} = \delta + c_2 + R_\delta + (3 \div 5)mm$$

- bolt d_2 ning kallagi joylashadigan (tayanadigan) yuzacha radiusi.

$$R_{\delta} \geq 1,1d_2 -$$

Korpus asosi va qopqoqni biriktirishda qo'llanadigan shtiftlar diametri

$$d_{um} = e + e_1 + 5 \text{ mm.}$$

Tishli g'ildiraklar tashqi o'lchamlari bilan korpus devori orasidagi masofa:

- g'ildirak diametri bo'yicha :

$$A \approx (1 \div 1,2)\delta$$

- g'ildirak yonlari bo'yicha

$$A_1 \approx A$$

Korpus flanetslarida boltlar o'rnatiladigan teshiklarning koordinatalari:

K_i - flanetsning korpus devoridan tashqarisiga chiqib turuvchi o'lchami

C_i - flanesdagi bolt o'rnatiladigan teshik o'qining koordinatasi , bunda i -boltning indeks raqami.

Koordinatalar	Boltlar								
	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
K_i	22	24	28	33	39	48	54	58	65
C_i	12	13	16	18	21	25	34	36	50

Podshipnik qopqoqlari o'rnatiladigan sirtlarga ishlov berishning qulayligini ta'minlash maqsadida ularning bir hil masofada (E o'lchovi. 10-rasm) bo'lishi maqsadga muvofiq hisoblanadi.

4.2.Tishli g'ildiraklarning asosiy o'lchamlari jadvali

10.1 ÷ 10.5 va 10.8, 10.9 [4] rasmlar

Ko'rsatkichlar	Hisoblash formulasi
G'ildiraklar gupchagi diametri -po'latdan bo'lsa -cho'yandan bo'lsa Gupchak uzunligi	$d_{zynq} = 1,6d_g$ $d_{zynq} = 1,8d_g$ $\ell_{zynq} = (1,2 \div 1,5)d_g$
Gupchak gardishi qalinligi: -silindrik g'ildiraklar uchun -konussimon g'ildiraklar uchun	$\delta_0 = (2,5 \div 4,0)m_n$ } 8 mm dan $\delta_0 = (3 \div 4)m_n$ kam emas (cho'yandan quyiladigan hollarda)
G'ildirak diski qalinligi: -bolg'alangan g'ildiraklar uchun -shtamplangan g'ildiraklar uchun -quyma g'ildiraklar uchun -konussimon g'ildiraklar uchun	$C = 0,3\epsilon$ $C = (0,2 \div 0,3)\epsilon$ $C = 0,2\epsilon$ $C = (0,1 \div 0,17)R_e$
Engillatuvchi teshiklar markazi diametri -teshiklar diametri o'lchamlari (kichik shesternyalar va g'ildiraklarda tayyorlanmaydi)	$D_{meu} = 0,5(D_0 + d_{zynq})$ $d_{meu} = 0,25(D_0 - d_{zynq})$
Qobirg'alar qalinligi Kertma (faska)lar	$s = 0,8c$ $n \approx 0,5m_n$
Silindrik g'ildiraklarni ko'plab ishlab chiqarishda ularni 2 ta va undan ko'p olib birgalikda ishlov beriladi. Bunda gupchak g'ildirak gardishi enidan katta bo'lmasligi, ya'ni $\ell_{zynq} \leq \epsilon$ bo'lishi kerak.	
Belgilanishlar: d_g – val diametri; m_n – normal modul; m – o'rtacha aylana bo'yicha o'lchangan modul; ϵ – gupchak eni; R_e – tashqi konuslik masofasi; D_0 – gardishning ichki diametri.	

4.3. Vallarning taxminiy hisobi

Taxminiy hisobni faqat burovchi momentning ruxsat etilgan qiymati miqdori uchun olib boramiz.

4.3.1. Yetakchi val

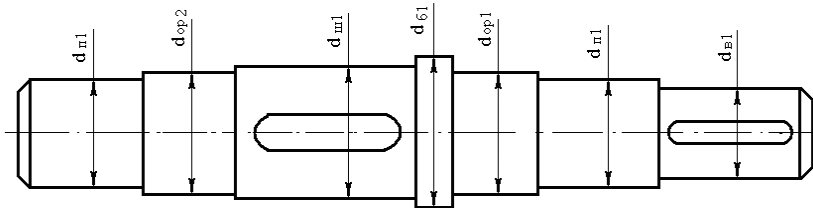
Valning eng kichik diametri quyidagicha aniqlanadi ($[\tau] = 25 \text{ MPa}$ deb hisoblaymiz):

$$d_{\epsilon 1} = \sqrt[3]{\frac{T_1}{0,2[\tau]}} \geq \text{mm}$$

bu formulada T_1 ni N.mm; da olinadi.

O'rnatiladigan detallariga qarab, valning taxminiy konstruksiyasini egilishga teng qarshilik ko'rsatuvchi balka tarzida loyihalaymiz.

A) Silindrik reduktor yetakchi valining konstruksiyasi (11-rasm).



11-rasm.

$d_{\epsilon 1}$ – yetakchi val diametri;

$d_{n1} = d_{\epsilon 1} + 5$ - podshipnik o'rnatiladigan diametri;

$d_{op1}, d_{op2} = d_{n+1}$ - oraliq qismlar diametri;

$d_{\omega} = d_{op} + 5 \text{ mm}$ – shesternya osti diametri;

Konussimon reduktor yetakchi (I inchi) valining konstruksiyasi (12-rasm).

B) chervyak valining konstruksiyasi (8-rasm).

$d_{\epsilon 1}$ – chervyak vali diametri;

$d_{\kappa_1} = d_{e_1} + 5mm$ – qopqoqdan o‘tish qismi diametri ;

$d_{n_1} = d_{\kappa_1} + 5mm$ – podshipnik osti diametric ;

$d_{op_1} = d_{n_1} + 5mm$ – oraliq qismi diametri ;

$d_{f_1}, d_1; d_a$ – chervyakning diametral o‘lchamlari ;

Yetakchi vallarning chiqish qismi (uchlari)ning diametrini MUVP muftasi ichki diametriga moslab tanlaymiz. Odatda formula yordamida hisoblangan diametr qiymati uzatishi lozim bo‘lgan momentga mo‘ljallangan MUVP muftasining ichki diametridan ancha kichik chiqadi.

ГОСТ 21424-75 (277-bet [4]) bo‘yicha tayyorlangan muftalarning ichki diametrlari bir-biridan $(0,75 \div 1,0) d_{dB}$ ga farq qilishi mumkinligidan foydalanib, yetakchi val diametrini $d_{e_1} = (0,75 \div 1,0) d_{d6}$ qilib olinishi mumkin. (d_{d6} – tanlangan elektrodvigatel chiqish valining, d_m - muftaning val o‘rnatiladigan qismining diametri).

4.3.2. Yetaklanuvchi val

A) Silindrik reduktor yetaklanuvchi valining eng kichik diametri

$$d_{e_2} = \sqrt[3]{\frac{T_2}{0,2[\tau]}}, mm$$

Bu munosabatdagi tangensial kuchlanishning ruxsat etilgan qiymatini

$$[\tau] = 20MPa \text{ olamiz.}$$

T_2 -kinematik hisobdan olinadigan burovchi moment, $H \cdot mm$.

Valning diametral o‘lchamlari:

d_{e_2} – hisoblangan valning eng kichik diametri;

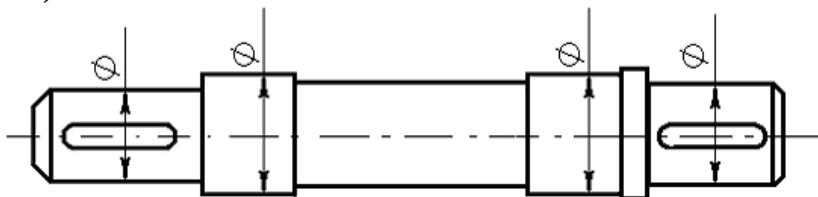
$d_{\kappa_2} = d_{e_2} + 5mm$ – valning podshipnik qopqog‘idan o‘tuvchi qismi diametri;

$d_{n_2} = d_{\kappa_2} + 5mm$ – valning podshipnik o‘rnatiladigan qismlari diametri;

$d_{\varepsilon_2} = d_{n_2} + 5mm$ – valning tishli g‘ildirak o‘rnatiladigan qismi diametri;

$d_{\delta_2} = d_{\varepsilon_2} + 5mm$ – valning bo‘rtiq qismi diametri;

B) Konussimon tishli g‘ildirakli reduktorning yetakchi vali (12-rasm).



12-rasm. Konussimon reduktorning yetakchi vali.

$d_{\varepsilon_2} = \sqrt[3]{\frac{T_2}{0,2[\tau]}}$, mm - yetaklanuvchi valning eng kichik diametri.

$[\tau] = 20MPa$ olinadi; T_2 – kinematik hisobdan olinadigan burovchi moment, $H \cdot mm$;

Valning diametral o‘lchamlari:

d_{ε_2} – valning hisoblangan eng kichik diametri;

$d_{\kappa_2} = d_{\varepsilon_2} + 5mm$ – valning podshipnik qopqog‘idan o‘tuvchi qismi diametri;

$d_{n_2} = d_{\kappa_2} + 5mm$ – podshipniklar o‘rnatiladigan qismlari diametrlari;

$d_{\varepsilon_2} = d_{n_2} + 5mm$ – valning tishli g‘ildirak o‘rnatiladigan qismi diametri;

$d_{op_2} = d_{\varepsilon_2} + 5mm$ – valning oraliq qismi diametri;

D) Chervyak g‘ildiragining vali (9-rasm, 40 bet).

Chervyak g‘ildiragi valining eng kichik diametri:

$$d_{\varepsilon_2} = \sqrt[3]{\frac{T_2}{0,2[\tau]}}$$
, mm

Bunda $T_2, H \cdot mm$ – kinematik hisoblashdan olinadigan chervyak g'ildiragi validagi burovchi moment.

Tangensial kuchlanishning ruxsat etilgan qiymatini $20 \div 25 MPa$ oralig'ida olinadi.

Agar yuritmada faqat chervyakli reduktorning o'zi bo'lsa $[\tau] = 25 MPa$; agar chervyakli reduktordan keyin yana biron uzatma (ochiq tishli-silindrik, konussimon yoki zanjirli) bo'lsa $[\tau] = 20 MPa$ olinadi.

Bunday tanlash mazkur valdan keyingi uzatmadan yuzaga keluvchi valni eguvchi qo'shimcha moment ta'sirini e'tiborga oladi.

$d_{\kappa_2} = d_{\epsilon_2} + 5mm$ – valning podshipnik qopqog'idan o'tuvchi qismi diametri;

$d_{n_2} = d_{\kappa_2} + 5mm$ – podshipniklar o'rnatiladigan qismlari diametrlari;

$d_{\epsilon_2} = d_{n_2} + 5mm$ – valning tishli g'ildirak o'rnatiladigan qismi diametri;

$d_{op_2} = d_{\epsilon_2} + 5mm$ – valning oraliq qismi diametri;

4.4. Reduktor detallarini joylashtirish

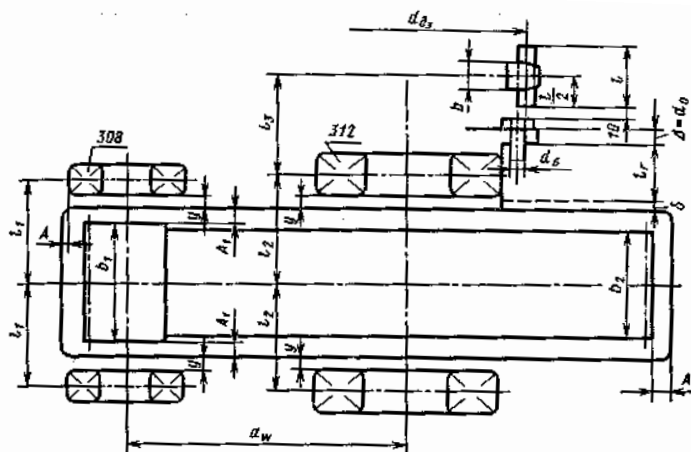
Odatda detallarni joylashtirish chizmasini ikki bosqichdan iborat qilib bajariladi. Birinchi bosqich tishli g'ildiraklar va reduktor bilan birikuvchi boshqa agregat yoki uzatma detallarini (muftalar, tishli g'ildiraklar, yulduzchalar yoki shkivlar) taxminiy joylashishini aniqlashga xizmat qiladi. Shular asosida reduktor vallarining barcha uzunlik o'lchamlari aniqlanadi. O'rnatiluvchi detallar o'lchamlari va ularga ta'sir etuvchi kuchlar ham e'tiborga olingan holda vallar tayanchlaridagi reaksiyalar, hamda ular asosida ta'sir etuvchi burovchi va eguvchi momentlar epyuralari quriladi; bunda shponka tanlash, ularning mustahkamligini tekshirish, podshipniklarning umrboqligini tekshirish ishlari ham birinchi bosqichda bajarilgan bo'ladi. Ma'lumki podshipniklar vallarning diametr o'lchamlarini aniqlashda faqat ichki diametr bo'yicha tanlangan edi.

1. Silindrik g'ildirakli reduktorning (13-rasm) joylashtirish chizmasini $1 \div 1$ masshtabda bitta proeksiyada A1 formatning taxminan o'rtasidan, listning uzun tomoniga parallel qilib gorizontall o'q chiziq o'tkazib, so'ngra shu chiziqqa tik qilib yetakchi va yetaklanuvchi vallar o'qlarini o'tkazib bajaramiz, bunda ularning oralari a_w ga teng bo'lishi kerak.

2. Shesternya va g'ildirakning proeksiyalarini oddiy ikkita to'rtburchak ko'rinishida chizamiz, bunda to'rtburchaklarning kengliklari birxil o'lchamda yoki shesternya enini 5 mm. ko'proq olinishi mumkin, g'ildiraklarning bo'lish aylanalari ilashish qismida bitta chiziqda uchrashgan holni aks ettiradi.

Ko'pincha shesternya val bilan birgalikda tayorlangan, tishli g'ildirakning gupchagi uzunligi esa uning eniga teng qilib olingan bo'ladi. Modulga teng masofada shesternya va g'ildirakning tashqi diametrlari chizilib, ilashish holati ham yuzaga keltiriladi.

Korpus ichki devorining chizmasi:



13-rasm.

a) Shesternya va g'ildirak yon tomonlari bilan korpus devori orasini $A_1 = (1 \div 1,2) \delta$ ga teng olinadi. G'ildirak gupchakli bo'lsa oraliqni gupchakdan o'lchanadi.

b) G'ildirak tashqi diametridan devorgacha bo'lgan oraliqni devor qalinligiga teng olinadi $A = \delta$.

d) Podshipniklarning tashqi va ichki diametrlari hamda enini to'rtburchaklar tarzida korpus ichki devoridan $Y=8 \div 12$ mm masofada chizamiz, bu masofa moy tutkich halqalar o'rnatish uchun kerak. Moy tutkich halqalar podshipnik plastik moyining tishli g'ildirakning industrial moyi bilan yuvilib ketmasligi uchun zarur.

e) Korpus ichki devorining tugallanmagan shesternya tomonini yetakchi val shesternyasi tashqi diametridan $A = \delta$ masofada chizamiz. Agar podshipnikning tashqi diametri shesternyaning diametridan katta bo'lsa, devorni podshipnikdan $A = \delta$ masofada chiziladi.

Podshipniklarning vallar diametri bo'yicha o'rtacha seriyalilarini tanlab, shartli belgisi, gabarit o'lchamlari hamda yuk ko'taruvchanliklarini jadval tarzida keltirib qo'yiladi, masalan:

Sh.B	A	D	B	yuk koʻtaruvchanliklari, kN	
	oʻlchamlari, mm				
308	40	90	23	41,0	22,4
312	60	130	31	81,9	48,0

Podshipniklarni plastik moy (solidol YS-10) bilan moylanadigan qilamiz.

Moy tutkich halqa konstruksiyasini tavsiya qilinganlaridan biri tarzida qabul qilamiz [4]. Shesternya va g'ildirak o'qi bilan podshipniklar o'rtasidan o'tuvchi o'qlargacha bo'lgan ℓ_1 va ℓ_2 masofalarni hosil bolgan chizmadan o'lchab olamiz.

Podshipniklar uyachalari uzunliklarini $\ell_{uya}=1,5B$ mm, olamiz. Ma'lumki, yetaklovchi valdagi podshipnik uyachasi uzunligini bir hil, yetaklanuvchi valdagidek olamiz. Bu holat korpusning podshipnik qopqoqlari o'rnatiladigan sirtlariga ishlov berish texnologikligini ta'minlash uchun zarur.

Podshipnik qopqog'i o'lchamlarini tavsiyalarga binoan belgilaymiz [4].

Reduktorning chiqish valiga o'rnatilishi mumkin bo'lgan detalning (mufta, tishli g'ildirak, yulduzcha) tashqi yon sirti bilan qopqoqni mahkamlovchi bolt (vint) kallagi orasidagi masofa kamida

$A = \delta$ bo'lishini ta'minlash talab qilinadi. Odatda mazkur o'rnatilgan detal gupchagining uzunligi $\ell_{gupc} = (1,2 \div 1,5) d_{val} \approx 1,35d_{val}$ bo'ladi va chiqish valining ℓ_3 o'lchamini quyidagicha:

$$\ell_3 = \ell_a + (\Delta = d_4) + h_{vint} + \delta + \ell_{gupch} / 2$$

bo'lishi ta'minlanadi.

bunda ℓ_3 - podshipnik o'qidan valning chiqish qismiga o'rnatilgan detal o'qigacha bo'lgan masofa.

ℓ_a - podshipnik o'qidan uyacha chetigacha bo'lgan masofa.

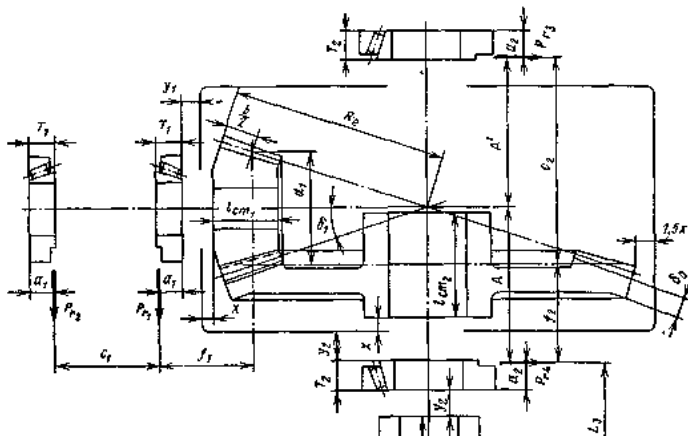
$\Delta = d_4$ - podshipnik qopqog'i qalinligi.

h_{vint} - qopqoqni mahkamlovchi vint kallagi balandligi.

δ - korpus devori qalinligi.

Shuning bilan ikkala val qismlarining uzunlik o'lchamlari aniqlanadi. Ulardan vallar mustahkamligini hisoblashda hamda podshipniklarning ishlash muddatlarini aniqlashda foydalaniladi.

4.4.1. Konussimon tishli g'ildirakli reduktor detallarini joylashtirish



14-rasm. Konussimon tishli g'ildirakli reduktor detallarining joylashtirish chizmasi.

Chizmani 1:1 masshtabda huddi silindrik reduktordagi kabi chizamiz. Bunda ham podshipniklarni plastik moy-solidol YS-10 bilan moylashni belgilaymiz. Tishli ilashmani industrial moy bilan moy-

laymiz, demak, moy tutkich halqalarni ham oʻrnatish kerak boʻladi, shu bilan yetakchi valdagi podshipnikni sachratib moylash qiyinligi ham eʼtiborga olingan boʻladi.

Listning oʻrtasidan gorizontol chiziq oʻtkazamiz - bu yetakchi valning oʻqi boʻladi. Shu oʻqqa tik qilib yetaklanuvchi (ikkinchi) valning oʻqini oʻtkazamiz. Oʻqlarning kesishish nuqtasidan konuslik burchagi δ_1 ostida shesternya va tishli gʻildirak oʻrta boʻlish aylana-lari chizigʻini oʻtkazamiz va shu chiziqqa oʻqlarning kesishish nuqtasidan ikkala tomonga bir xil R_e -konuslik masofani oʻlchab qoʻyamiz.

Shesternya va tishli gʻildiraklarning ilashib turgan holatini yuqorida aniqlangan oʻlchamlarda chizamiz. Bunda tishli gʻildirak gupchagini uning diskiga nisbatan shunday joylashtiramizki, korpusning ikki devori yetakchi val oʻqiga nisbatan teng masofada (simmetrik) boʻlsin. Shunda yetaklovchi val tayanchlari orasidagi masofa eng kam boʻladi.

Podshipniklarni stakanlarga joylashtiramiz. Vallar tayanchlari uchun bir qatorli yengil seriyali rolikli podshipniklar tanlaymiz. Bu podshipniklar jadval (P7, [4])dan vallarning diametrlari (podshipniklar uchun ichki diametr) boʻyicha tanlanadi. Masalan:

Podshipnikning shartli belgisi	d	D	T	C	C ₀	e
	mm			kN		
7206	30	62	17,25	31,5	22	0,36
7209	45	85	20,75	50	33	0,41

Shesternya yon sirtidan 10 mm masofada reduktorning ichki devorini, undan $Y_1=15$ mm masofada yetakchi valning ichki podshipnigi gabaritini chizamiz. Mazkur masofa keyinchalik moy tutkich halqa oʻrnatish uchun kerak boʻladi.

Radial-tayanch podshipniklarning radial reaksiyalari rolik oʻqiga oʻtkazilgan tik bilan val oʻqi kesishgan nuqtaga qoʻyilgan boʻladi. Bir qatorli rolikli podshipniklar uchun shu nuqtaning koordinatasi:

$$a_1 = \frac{T_1}{2} + \frac{(d_1 + D_1)e_1}{6}, mm \text{ bo'ladi.}$$

Bu munosabatdagi T_1 , d_1 , D_1 va e_1 lar yuqorida keltirilgan podshipniklar jadvalidan olinadi

Shesternya o'rta bo'luvchi aylanasi diametrining val o'qi bilan kesishgan nuqtasi bilan reaksiya koordinatasi orasidagi f_1 masofani chizmadan o'lchab olamiz (14-rasm).

Yetakchi val podshipniklari reaksiyalari ta'sir etuvchi nuqtalari orasidagi masofa:

$$C_1 = (1,4 \div 2,3)f_1 \approx 1,85f_1, mm, \text{ bo'ladi.}$$

Yetaklanuvchi val podshipniklarini korpusning ichki devoridan $Y_2=20$ mm oraliqda joylashtiramiz. Korpus devorini yetaklanuvchi tishli g'ildirak yon sirtidan $X = 10$ mm masofada o'tkazilgan. Yuqoridagi $Y_2=20$ mm masofa moy tutkich halqa o'rnatish uchun kerak bo'ladi.

Yetaklanuvchi val podshipniklari uchun tayanch reaksiya koordinatasini aniqlaymiz.

$$a_2 = \frac{T_2}{2} + \frac{(d_2 + D_2)e_2}{6}, mm$$

Yetakchi val o'qi bilan podshipnik reaksiyasi koordinatasigacha bo'lgan masofa A ni chizmadan o'lchab olamiz. Reduktor korpusini yetakchi val o'qiga simmetrik qilib loyihalaymiz va $A^1=A$ (14-rasm) qilib olamiz va yetaklanuvchi val podshipniklari gabaritlarini chizamiz.

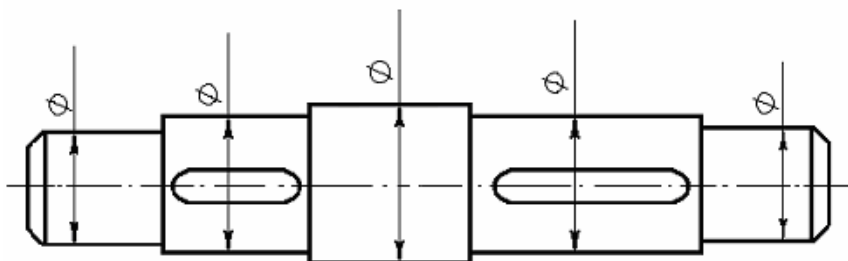
Chizmadan f_2 va C_2 larni o'lchab olamiz. Bunda $A^1+A=C_2+ f_2$ ekaniga ahamiyat berish kerak.

Reduktor ichki devorining tarxini g'ildirak tishlari qirrasidan 1,5 X masofada o'tadigan qilib chizamiz.

Valning uchiga o'rnatiladigan detalni (yulduzcha, tishli g'ildirak, mufta) podshipnik yon sirtidan Y_2 masofada o'rnatishni mo'ljallaymiz va valning ℓ_3 masofasini ham aniqlaymiz.

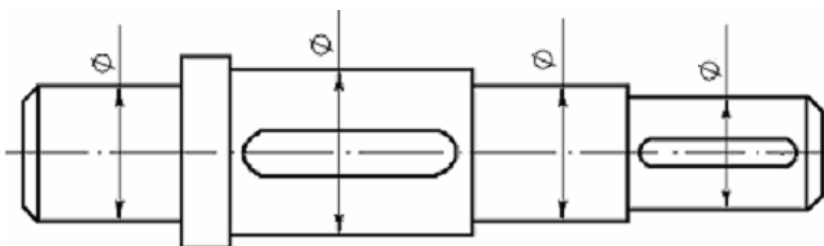
$\ell_3 = a_2 + y_2 + \ell_{gypch3} / 2$ mm. (14-rasmda chiqish valiga o'rnatiladigan zanjirli uzatma yulduzchasining bir qismigina ko'rsatilgan).

Bunda $\ell_{\text{syn}3} = (1,2 \div 1,5)d_{e_2} \approx 1,4d_{e_2}, \text{mm}$ – valning chiqish qismiga oʻrnatiladigan detal (zanjirli uzatma yulduzchasi) gupchagi uzunligi.



15-rasm. Oraliq val

Bu oraliq val (15-rasm) konussimon – silindrik, yoki ikki pogʻonali silindrik reduktorlarda qoʻllanadi.



16-rasm. Yetaklanuvchi val.

Vallarning xarbir qismi uzunliklari oʻlchovlari reduktor detallarini joylashtirish chizmasini bajarilgandan keyin aniqlanadi. Uzunlik oʻlchovlari maʼlum boʻlgan valning eskizi chizilib, unga oʻrnatilishi kerak boʻlgan detallar (tishli gʻildiraklar, mufta, podshipniklar) va ularga taʼsir etuvchi kuchlar aks ettiriladi.

Kuchlarning gorizontal va vertical tashkil etuvchilari aniqlanib, shu tekisliklar uchun valning hisob sxemalari tuziladi. Tayanch reaksiyalari aniqlanib, eguvchi va burovchi moment epyuralari hisoblanib chiziladi.

**ГОСТ 19523-81 bo'yicha 4A-seriyali shamollatib turiluvchi
yopiq asinxron elektrodvigatellar**

Quv- vat kVt	Sinxron aylanishlar soni, min ⁻¹											
	3000			1500			1000			750		
	rusumi	S%	$\frac{T_{\max}}{T_{nom}}$	rusumi	S%	$\frac{T_{\max}}{T_{nom}}$	rusumi	S%	$\frac{T_{\max}}{T_{nom}}$	rusumi	S%	$\frac{T_{\max}}{T_{nom}}$
0,55	63B2	8,5	2,0	71A4	7,3	2,0	71B6	10	2,0	80B8	9	1,6
0,75	71A2	5,9		71B4	7,5		80A6	8,4		90LA8	8,4	
1,1	71B2	6,3		80F4	5,4		80B6	8,0		100LB8	7,0	
1,5	80A2	4,2		80B4	5,8		90L6	6,4		100L8	7,0	1,8
2,2	80B2	4,3		90L4	5,1		100L6	5,1		112M86	6,0	
3,0	90L2	4,3		100S4	4,4		112MA6	4,7		112M8	5,8	
4,0	100S2	3,3		100L4	4,7		112MB6	5,1		132S8	4,1	
5,5	100L2	3,4		112M4	3,73		132S2	3,3		132M8	4,1	
7,5	112M2	2,5	1,6	132S4	,0	132M6	3,22	160S8	2,5	1,4		
11,0	132M2	2,3		132M4	2,8	160S6	,7	160M8	2,5			
15	160S2	2,1	1,4	160S4	2,3	160M6	2,6	180M8	2,5		1,2	
18,5	160M2	2,1		160M4	2,2	180M6	2,7	200M8	2,3			
22	180S2	2,0		180S4	2,0	200M6	2,82	200L8	2,7			
30	180M2	1,9		180M4	1,9	200L6	,1	225M8	1,8			
37	200M2	1,9		200M4	1,7	225M6	1,8	250S8	1,5			
45	200L2	1,8		200L4	1,6	250S6	1,4	250M8	1,4			
55	225M2	1,8		225M4	1,4	250M6	1,3	208M8	2,2			
75	250S2	1,4		250S4	1,2	280S6	2,0	280S8	2,2			
90	250M2	1,4	1,2	250M4	1,3	280M6	2,0	280M8	2,0	1,0		
110	280S2	2,0		280S4	2,3	315S6	2,0	315S8	2,0			

1.Quvvati 11 kVt, sinxron aylanishlari soni $n=1500 \text{ min}^{-1}$ bo'lgan elektrodvigatelning shartli belgilanishi : 4A132M4UZ

2. Shartli belgida: 4-seriyaning tartib raqami, A- asinxron dvigatel, keyingi raqamlar- aylanish o'qining balandligi, L, S, M –stator uzunligining shartli belgisi. 2, 4, 6 va 8 – qutblar soni. So'nggi UZ belgisi - dvigatelning mo'tadil zona uchun mo'ljallanganini ko'rsatadi.

3.S%- rotorning sirpanishi foizlari.

4.
$$n_{x\text{a}q\text{i}q\text{i}y} = n_{\text{s}\text{i}\text{n}\text{x}\text{r}\text{o}\text{n}} \left(\frac{100 - s\%}{100} \right) - \text{dvigatelning haqiqiy aylanishlari soni.}$$

Val tayanchlarida taʼsir etuvchi umumiy reaksiyalar aniqlanadi va ular boʻyicha podshipniklarning umrboqiyli tekshiriladi.

Valning havfli kesimlari uchun ehtiyotkorlik koeffitsiyentlari aniqlanadi.

Eguvchi va burovchi momentlarning qiymatlari asosida valning eng havfli kesimidagi eguvchi va burovchi kuchlanishlar, va ular asosida valning mustahkamligi aniqlanadi:

$$\sigma_{ekv} \leq 0,8 \sigma_{oguvchi}$$

Vallarning havfli kesimlari uchun ehtiyotkorlik koeffitsiyentlari hisoblanadi ([4] 356-bet) va mustahkamlikning ehtiyotkorlik koeffitsiyenti qiymati ruxsat etilganidan oshmasligi tekshiriladi.

II BO'LIM

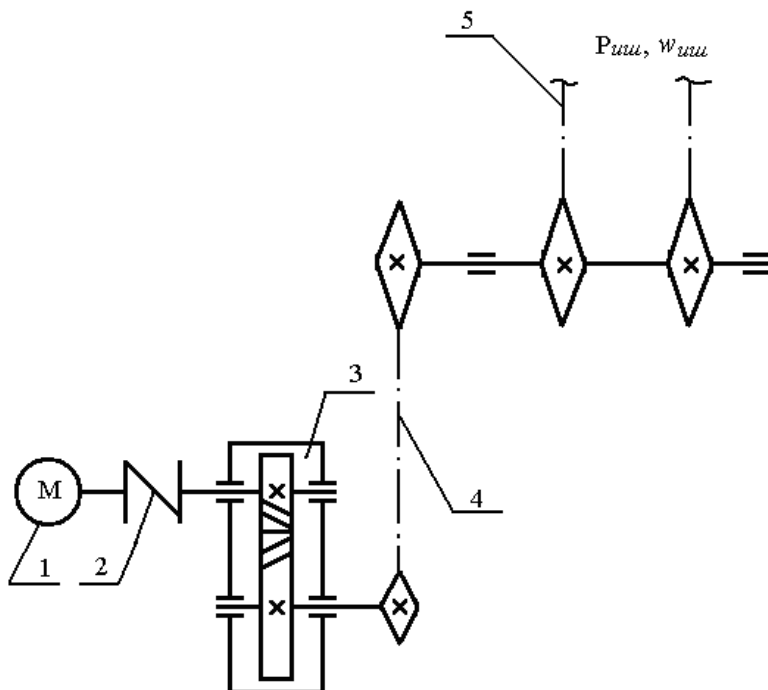
YURITMALARNI LOYIHALASHGA DOIR MISOLLAR

1-Misol

II.1. Bir pog'onali qiya tishli silindrik reduktor va zanjirli uzatma bo'lgan zanjirli konveyer yuritmasini loyihalash.

2.1-rasmda ko'rsatilgan zanjirli konveyer yuritmasi loyihalansin. Zanjirli konveyer validagi aylantiruvchi moment $T_z = 3000 \text{ N}\cdot\text{m}$ va konveyer valining burchak tezligi $\omega_z = 4 \text{ rad/s}$.

$$L_h = 40 \cdot 10^3 \text{ soat.}$$



2.1-rasm. Zanjirli konveyer yuritmasi:

1-elektrodvigatel; 2- mufta; 3-bir pog'onali silindrik g'ildirakli reduktor; 4-zanjirli uzatma; 5-zanjirli konveyer.

II.1.1. Elektr dvigatel tanlash va yuritmaning kinematik hisobi

1. Elektr dvigatelning talab qilingan quvvati

$$P_T = \frac{P_{\sigma}}{\eta_{ym}} = \frac{12}{0,87} = 13,8 \text{ kVt},$$

bu yerda: P_{σ} -baraban validagi quvvat,

$$P_{\sigma} = \frac{T \cdot \omega}{10^3} = \frac{3000 \cdot 4}{1000} = 12 \text{ kVt};$$

η_{ym} -yuritmaning umumiy foydali ish koeffitsiyenti bo'lib, quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi,

$$\eta_{ym} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \eta_n^k.$$

Yuqoridagi sxema uchun

$$\eta_{ym} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \eta_3^3.$$

bu yerda (1.1-jadval [4])dan: η_1 - yopiq uzatma (reduktor)dagi silindrik tishli uzatmaning foydali ish koeffitsiyenti bo'lib, $\eta_1 = 0,98$; η_2 -ochiq uzatma, ya'ni zanjirli uzatmaning foydali ish koeffitsiyenti, $\eta_2 = 0,92$; η_3 - bir juft dumalash podshipnigining foydali ish koeffitsiyenti, $\eta_3 = 0,99$; $k = 3$ – yuritmalagi podshipnik juftlari soni.

Shunda,

$$\eta_{ym} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \eta_3^3 = 0,98 \cdot 0,92 \cdot 0,99^3 = 0,87.$$

2. Konveyer barabani valining aylanish takroriyligi,

$$n_{\sigma} = \frac{30 \cdot \omega_{\sigma}}{\pi} = \frac{30 \cdot 4}{\pi} = 38,22 \text{ ayl/min}.$$

3. Yuritmaning umumiy uzatish soni uning alohida pog'onalari uzatishlari sonlarining ko'paytmasi tarzida aniqlanadi:

$$u_{ym} = u_1 \cdot u_2 = 5 \cdot 3 = 15,$$

bu yerda: $u_1 = 5$ - birinchi pog'onadagi tishli uzatmaning uzatish soni, $u_2 = 3$ - ikkinchi pog'onadagi zanjirli uzatma uzatishlari soni.

Yuritmaning umumiy uzatishlar soni va ishchi mexanizm aylanishlar takroriyligi orqali dvigatel valining aylanishlar takroriyligini aniqlaymiz,

$$u_{ym} = \frac{n_{\partial\phi}}{n_{\phi}} \Rightarrow n_{\partial\phi} = n_{\phi} \cdot u_{ym} = 38,22 \cdot 15 = 573,3 \text{ ayl/min.}$$

Aniqlangan talab qilingan quvvat va dvigatel valining aylanishlar takroriyligi bo'yicha 17-jadvaldan quvvati $P_{\partial\phi} = 15,0$ kVt, nominal aylanishlar takroriyligi $n_{\partial\phi} = 730$ ayl/min bo'lgan 4A180M8Y3 rusumli elektrodvigatel tanlaymiz.

Shunda,

$$u_{ym} = \frac{n_{\partial\phi}}{n_{\phi}} = \frac{730}{38,22} = 19,1$$

$$u_2 = \frac{u_{ym}}{u_1} = \frac{19,1}{5} = 3,82$$

Standart qatordan $u_2 = 3,55$ deb qabul qilamiz.

4. Yuritma vallaridagi quvvat va burovchi moment, vallarning aylanishlar chastotasi va burchak tezliklarini hisoblaymiz:

a) birinchi -yetaklovchi val,

$$P_1 = P_m = 13,8 \text{ kVt,}$$

$$n_1 = n_{\partial\phi} = 730 \text{ min}^{-1},$$

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_{\partial\phi}}{30} = \frac{3,14 \cdot 730}{30} = 76,41 \text{ rad}^{-1},$$

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{13,8}{730} = 180,53 \cdot 10^3 \text{ Nmm.}$$

b) ikkinchi -yetaklanuvchi val,

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_n = 13,8 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 13,4 \text{ kVt,}$$

$$n_2 = \frac{n_1}{u_1} = \frac{730}{5} = 146 \text{ min}^{-1},$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{u_1} = \frac{76,41}{5} = 15,28 \text{ rad}^{-1},$$

$$T_2 = 9550 \cdot \frac{P_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{13,4}{146} = 876,51 \cdot 10^3 \text{ Nmm.}$$

II.1.2. Reduktor tishli g'ildiraklarining hisobi

1. Shesternya va tishli g'ildirak uchun material tanlab, ular uchun ruxsat etilgan kuchlanishlarni aniqlaymiz.

Shesternya va tishli g'ildirak uchun 3.3-jadval [4] dan o'rtacha mexanik xarakteristikali material tanlaymiz. Bunda shesternya uchun termik ishlovi-yaxshilash, qattiqligi $HB_1 = 230$, tishli g'ildirak uchun termik ishlovi-yaxshilash, qattiqligi $HB_2 = 200$ bo'lgan St45 markali po'lat tanlaymiz.

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanish:

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H\limb} \cdot K_{HL}}{[S_H]},$$

bu yerda: $\sigma_{H\limb}$ - sikllarning asosiy sonidagi kontakt mustahkamlik chegarasi, $\sigma_{H\limb} = 2HB + 70$; K_{HL} - umrboqiylik koefitsiyenti, agar g'ildirak harqaysi tishining yuklanish sikllari soni asosiysidan yuqori bo'lsa, $K_{HL} = 1$ deb qabul qilinadi; $[S_H]$ - xavfsizlik koefitsiyenti, $[S_H] = 1,1$.

Qiya tishli g'ildiraklar uchun ruxsat etilgan hisobiy kontakt kuchlanish quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi,

$$[\sigma_H] = 0,45([\sigma_{H1}] + [\sigma_{H2}]),$$

shesternya uchun,

$$[\sigma_{H1}] = \frac{(2HB_1 + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 230 + 70) \cdot 1}{1,1} \approx 482 \text{ MPa};$$

tishli g'ildirak uchun,

$$[\sigma_{H2}] = \frac{(2HB_2 + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 200 + 70) \cdot 1}{1,1} \approx 427 \text{ MPa.}$$

Shunda ruxsat etilgan hisobiy kontakt kuchlanish:

$$[\sigma_H] = 0,45([\sigma_{H1}] + [\sigma_{H2}]) = 0,45 \cdot (482 + 427) \approx 409 \text{ MPa.}$$

Bajarilgan hisoblar quyidagi shartni qanoatlantirishi kerak,

$$[\sigma_H] \leq 1,23[\sigma_{H2}].$$

Demak, 409 MPa $\leq$ 525 MPa yuqorida keltirilgan shart bajarilmoqda.

2. Tishlarning faol sirtlari kontakt mustahkamligi shartidan o'qlararo masofani quyidagi formula bo'yicha aniqlaymiz:

$$a_w = K_a(u+1) \sqrt[3]{\frac{T_2 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 u^2 \psi_{ba}}},$$

bu yerda: K_a - yordamchi koeffitsiyent, qiya tishli g'ildiraklar uchun $K_a = 43$; $u = u_1 = 5$ - tishli uzatmaning uzatish soni; $K_{H\beta}$ - tishli g'ildiraklarning tayanchlarga nisbatan simmetrik joylashgani uchun $K_{H\beta} = 1,15$ (3.1-jadval [4]); ψ_{ba} - tishli g'ildirak gardishining kengligi koeffitsiyenti, $\psi_{ba} = 0,6$ deb qabul qilamiz (36 bet [4]).

Shunda,

$$a_w = 43 \cdot (5+1) \sqrt[3]{\frac{876,51 \cdot 10^3 \cdot 1,15}{409^2 \cdot 5^2 \cdot 0,6}} = 258 \cdot 0,74 = 190,92 \text{ mm}.$$

Standart bo'yicha $a_w = 200$ mm deb qabul qilamiz (36- bet [4]).

3. Tishli ilashmaning normal modulini quyidagi tavsiya bo'yicha qabul qilamiz:

$$m_n = (0,01 \div 0,02) \cdot a_w = (0,01 \div 0,02) \cdot 200 = 2 \div 4 \text{ mm}$$

Standart bo'yicha $m_n = 3.5$ mm deb qabul qilamiz (36- bet [4]).

4. Dastlab tishlar qiyalik burchagini $\beta = 10^\circ$ deb qabul qilamiz va shesternya hamda tishli g'ildirak tishlar sonini aniqlaymiz:

$$z_1 = \frac{2a_w \cos \beta}{(u+1)m_n} = \frac{2 \cdot 200 \cdot \cos 10^\circ}{(5+1) \cdot 3.5} = \frac{400 \cdot 0,9848}{21} = 18,76$$

$z_1 = 18$ deb qabul qilamiz.

Shunda $z_2 = z_1 u = 18 \cdot 5 = 90$, $z_2 = 90$ bo'ladi.

5. Tishlar qiyalik burchagining aniqlashtirilgan qiymati,

$$\cos \beta_1 = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m_n}{2a_w} = \frac{(18 + 90) \cdot 3.5}{2 \cdot 200} = \frac{378}{400} = 0,945.$$

$$\beta = 19^\circ 10'$$

6. Shesternya va tishli g'ildirakning asosiy o'lchamlari:

- bo'luvchi diametrlari,

$$d_1 = \frac{m_n z_1}{\cos \beta} = \frac{3.5 \cdot 18}{0,945} = 67 \text{ mm},$$

$$d_2 = \frac{m_n z_2}{\cos \beta} = \frac{3.5 \cdot 90}{0,945} = 333 \text{ mm}.$$

Tekshiruv: $a_{wcek} = \frac{d_3 + d_4}{2} = \frac{67 + 333}{2} = 200 \text{ mm};$

- tashqi aylanalar diametri,

$$d_{a1} = d_1 + 2m_n = 67 + 2 \cdot 3.5 = 74 \text{ mm},$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m_n = 333 + 2 \cdot 3.5 = 340 \text{ mm}.$$

- Tishli g'ildirak eni,

$$b_2 = \psi_{ba} a_w = 0,6 \cdot 200 = 120 \text{ mm}.$$

- Shesternyaning eni,

$$b_1 = b_2 + 5 = 120 + 5 = 125 \text{ mm}.$$

- Shesternya enining diametr koefitsiyentini aniqlaymiz,

$$\psi_{bd} = \frac{b_1}{d_1} = \frac{125}{67} = 1,86.$$

Tezyurar pog'ona tishli g'ildiraklarining aylanma tezligi,

$$v = \frac{\omega_1 d_1}{2} = \frac{76,41 \cdot 67}{2 \cdot 10^3} = 2,56 \text{ m/s}.$$

$V=2,56 \text{ m/s}$ da to'g'ri tishli g'ildiraklar aniqlik darajasini 8 deb qabul qilamiz (32-bet [4]).

7. Yuklanish koefitsiyenti,

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{H\nu},$$

bu yerda: $K_{H\alpha}$ -yuklamaning tishlararo taqsimlanishini hisobga oluvchi koefitsiyent, aylanma tezligi $v=10 \text{ m/s}$ gacha va aniqlik darajasi 8 bo'lgan qiya tishli g'ildiraklar uchun $K_{H\alpha} = 1,05 \div 1,15$ che-

garasida olish tavsiya etiladi, $K_{H\alpha} = 1,15$ deb qabul qilamiz; $K_{H\beta}$ - tishli g'ildirak gardishi bo'yicha yuklamaning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent, $K_{H\beta} = 1,15$; K_{Hv} - tishli g'ildiraklar aylanma tezligi v va ularning tayyorlanishdagi aniqlik darajasiga bog'liqlikda aniqlanuvchi dinamik koeffitsiyent, aylanma tezligi $v=10$ m/s gacha va aniqlik darajasi 8 bo'lgan qiya tishli g'ildiraklar uchun $K_{Hv} = 1,0 \div 1,05$ chegarasida olish tavsiya etiladi, $K_{Hv} = 1,05$ deb qabul qilamiz (32 bet [4]).

Shunda,

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{Hv} = 1,15 \cdot 1,15 \cdot 1,05 = 1,4.$$

8. Kontakt kuchlanishni quyidagi formula bo'yicha tekshiramiz:

$$\sigma_H = \frac{270}{a_w} \sqrt{\frac{T_2 K_H (u+1)^3}{b_2 u^2}} = \frac{270}{200} \sqrt{\frac{876,51 \cdot 10^3 \cdot 1,4 \cdot (5+1)^3}{120 \cdot 5^2}} = 1,35 \cdot 297,24 = 401,27 \text{ MPa}$$

$$\sigma_H < [\sigma_H].$$

$$401,27 \text{ MPa} < 409 \text{ MPa}.$$

9. Tishli ilashmaga ta'sir etuvchi kuchlar:

- aylanma kuch,

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 180,53 \cdot 10^3}{67} = 5389 \text{ N};$$

- radial kuch,

$$F_r = F_t \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} = 5389 \cdot \frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{\cos 19^\circ 10'} = 5389 \cdot \frac{0,3640}{0,945} = 2076 \text{ N};$$

- bo'yлама kuch,

$$F_a = F_t \operatorname{tg} \beta = 5389 \cdot \operatorname{tg} 19^\circ 10' = 5389 \cdot 0,345 = 1858 \text{ N}.$$

10. Tishlarni egilishdagi kuchlanish bo'yicha mustahkamlikka tekshiramiz:

$$\sigma_F = \frac{F_t K_F Y_F Y_\beta K_{F\alpha}}{b m_n} \leq [\sigma_F].$$

bu yerda: $K_F = K_{F\beta} K_{Fv}$ - yuklanish koeffitsiyenti, $K_{F\beta} = 1,18$ - tish uzunligi bo'yicha yuklamaning notekis taqsimlanishini hisobga

oluvchi koefitsiyent, $K_{Fv} = 1,25$ - yuklamaning dinamik taʼsirini hisobga oluvchi koefitsiyent (3.7-, 3.8-jadvallar [4]). Shunda, $K_F = 1,18 \cdot 1,25 = 1,5$; Y_β - tishning qiyaligini eʼtiborga oluvchi koefitsiyent; Y_{Fa} - yuklamaning tishlararo notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koefitsiyent; Y_F - tish shaklining koefitsiyenti, ekvivalent tishlar soni z_v ga bogʻliq ravishda 2-jadval 15-betdan yoki (42- bet [4])dan olinadi:

- shesternya uchun

$$z_{v1} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{18}{0,945^3} = \frac{18}{0,8439} = 21.33; Y_{F1} = 4,05,$$

- tishli gʻildirak uchun

$$z_{v2} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{90}{0,945^3} = \frac{90}{0,8439} = 106.65; Y_{F2} = 3,60.$$

Ruxsat etilgan kuchlanish,

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F\limb}^0}{[S_F]},$$

bu yerda: $[S_F]$ - xavfsizlik koefitsiyenti, $[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]'' = 1,75 \cdot 1 = 1,75$, $[S_F]' = 1,75$ - tishli gʻildiraklar materiali sifatining nobarqarorligini hisobga oluvchi koefitsiyent (3.9-jadval [4]), $[S_F]'' = 1$ - tishli gʻildirak materialining olinish usullarini hisobga oluvchi koefitsiyent (44 bet [4]); $\sigma_{F\limb}^0$ - asos sifatida qabul qilingan sikllar soniga mos keluvchi mustahkamlik chegarasi (3.9-jadval [4]),

- shesternya uchun,

$$\sigma_{F\limb}^0 = 1,8HB_1 = 1,8 \cdot 230 = 414 \text{ MPa},$$

- tishli gʻildirak uchun,

$$\sigma_{F\limb}^0 = 1,8HB_2 = 1,8 \cdot 200 = 360 \text{ MPa}.$$

Shunda, ruxsat etilgan kuchlanish quyidagicha:

- shesternya uchun,

$$[\sigma_{F1}] = \frac{414}{1,75} = 237 \text{ MPa},$$

- tishli g'ildirak uchun,

$$[\sigma_{F4}] = \frac{360}{1,75} = 206 \text{ MPa}.$$

Shesternya va tishli g'ildirak uchun ruxsat etilgan kuchlanishning tishlar shakli koeffitsiyentiga nisbati $\frac{[\sigma_F]}{Y_F}$ ni hisoblaymiz:

- shesternya uchun,

$$\frac{[\sigma_{F1}]}{Y_{F1}} = \frac{237}{4,05} = 58.52 \text{ MPa},$$

- tishli g'ildirak uchun,

$$\frac{[\sigma_{F4}]}{Y_{F4}} = \frac{206}{3,60} = 57,2 \text{ MPa}.$$

Keyingi hisoblash ishlarini yuqoridagi munosabatning kichik qiymatdagisi, ya'ni tishli g'ildirak uchun davom ettiramiz.

Y_β va $Y_{F\alpha}$ koeffitsiyentlarni aniqlaymiz (46 va 47 betlar [4]):

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta^\circ}{140} = 1 - \frac{19 \cdot 10'}{140} = 0.86;$$

$$K_{F\alpha} = \frac{4 + (\varepsilon_\alpha - 1)(n - 5)}{4\varepsilon_\alpha} = \frac{4 + (1,5 - 1) \cdot (8 - 5)}{4 \cdot 1,5} = \frac{5,5}{6} = 0,92$$

bu yerda: ε_α - yon qoplanish koeffitsiyenti, $\varepsilon_\alpha = 1,5$; $n=8$ - tishli g'ildirak tayorlanishining aniqlik darajasi.

Tishli g'ildirak tishining mustahkamligini tekshiramiz:

$$\sigma_{F2} = \frac{F_t K_F Y_{F2} Y_\beta K_{F\alpha}}{b_2 m_n} \leq [\sigma_{F2}];$$

$$\sigma_{F2} = \frac{5389 \cdot 1,5 \cdot 3,60 \cdot 0,86 \cdot 0,92}{120 \cdot 3,5} = 54,91 \text{ MPa} < [\sigma_{F2}] = 206 \text{ MPa}.$$

Mustahkamlik sharti bajarilmoqda.

II.1.3. Reduktor vallarining dastlabki hisobi

Vallarning eng kichik diametrini faqat burovchi moment taʼsir etish holati uchun aniqlab, ularning shesternya, tishli gʻildirak va podshipnik osti diametrlarini aniqlab eskizini chizamiz.

1. Ruxsat etilgan kesuvchi (tangensial) kuchlanish qiymati $[\tau_{\sigma}] = 25$ MPa boʻlganda yetaklovchi valning eng kichik diametri quyidagicha aniqlanadi:

$$d_{\sigma 1} = \sqrt[3]{\frac{16T_1}{\pi[\tau_{\sigma}]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 180,53 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 25}} = \sqrt[3]{\frac{2888,48 \cdot 10^3}{78,5}} = 33,26 \text{ mm.}$$

Val diametrini $d_{\sigma 1} = d_{\sigma 0} = 48$ mm olamiz. Bunda jadval (P2 [4]) dan tanlangan dvigatel valining diametri $d_{\sigma 0} = 48$ mm ekanligi hisobga olingan.

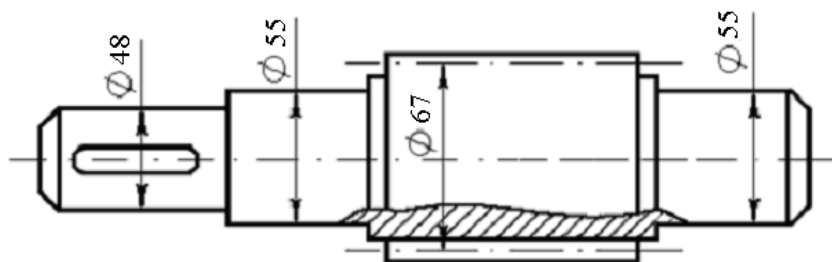
Podshipnik osti boʻynining diametri $d_{n1} = 55$ mm. Shesternya val bilan birgalikda tayyorlanadi deb olamiz. Boʻrtiq diametri $d_{\sigma 1} = 60$ mm (2.2-rasm).

2. Zanjir tarangligining valning egilishiga taʼsirini hisobga olib, $[\tau_{\sigma}] = 20$ MPa deb qabul qilamiz.

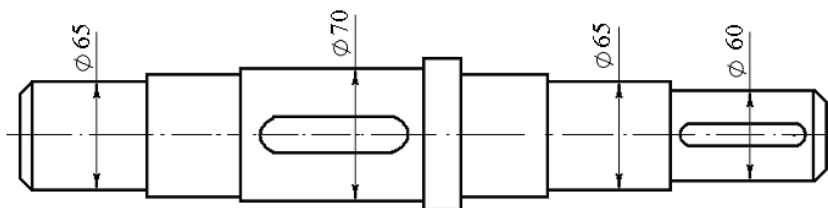
Yetaklanuvchi valning eng kichik diametri :

$$d_{\sigma 2} = \sqrt[3]{\frac{16T_2}{\pi[\tau_{\sigma}]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 876,51 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 20}} = 60,67 \text{ mm.}$$

Val diametrini $d_{\sigma 2} = 60$ mm, podshipnik osti boʻynining diametrini $d_{n2} = 65$ mm va tishli gʻildirak osti diametrini $d_{\kappa 2} = 70$ mm deb qabul qilamiz. Boʻrtiq diametri $d_{\sigma 2} = 75$ mm (2.3-rasm).



2.2-rasm. Yetaklovchi valning eskiz chizmasi



2.3-rasm. yetaklanuvchi valning eskiz chizmasi

II.1.4. Shesternyalar va tishli g'ildiraklarning konstruktiv o'lchamlari

Shesternya - $d_1 = 67$ mm, $d_{a1} = 74$ mm, $b_1 = 125$ mm.

tishli g'ildirak - $d_2 = 333$ mm, $d_{a2} = 340$ mm, $b_2 = 120$ mm.

Shesternyani gupchaksiz tayyorlaymiz.

Tishli g'ildirak gupchagining diametri va uzunligi:

$$d_{zyn} = 1,6d_{\kappa 2} = 1,6 \cdot 70 = 112 \text{ mm};$$

$$l_{zyn} = (1,2 \div 1,5)d_{\kappa 2} = (1,2 \div 1,5) \cdot 70 = 84 \div 105 \text{ mm},$$

gupchak uzunligini $l_{zyn} = 90$ mm deb qabul qilamiz.

Tishli g'ildirak gardishining qalinligini
 $\delta_0 = (2,5 \div 4)m_n = (2,5 \div 4) \cdot 3,5 = 8,75 \div 14$ mm, $\delta_0 = 12$ mm deb qabul qilamiz.

Disk qalinligi $C = 0,3b_2 = 0,3 \cdot 120 = 36$ mm.

II.1.5. Reduktor korpusining konstruktiv o'lchamlari (11-rasm).

Korpus va qopqoqning qalinligi:

$\delta = 0,025a_w + 1 = 0,025 \cdot 200 + 1 = 6 \text{ mm}$, $\delta = 8 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz; $\delta_1 = 0,02a_w + 1 = 0,02 \cdot 200 + 1 = 5 \text{ mm}$, $\delta_1 = 8 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz. Bunda korpus quymakorlik yo'li bilan tayyorlanganda devorning eng kichik qalinligi 8 mm dan kam bo'lmasligi e'tiborga olingan.

Korpus va qopqoq belbog'lari flaneslarining qalinligi:

korpusning yuqori belbog'i va qopqoq belbog'i,

$$b = 1,5\delta = 1,5 \cdot 8 = 12 \text{ mm}; \quad b_1 = 1,5\delta_1 = 1,5 \cdot 8 = 12 \text{ mm};$$

korpusning quyi belbog'i,

$$p = 2,35\delta = 2,35 \cdot 8 = 19 \text{ mm}; \quad p = 20 \text{ mm} \text{ deb qabul qilamiz.}$$

Boltlar diametri:

poydevor boltlari,

$$d_1 = (0,03 \div 0,036)a_w + 12 = (0,03 \div 0,036) \cdot 200 + 12 = 18 \div 19,2 \text{ mm};$$

M20 rezbali boltni qabul qilamiz;

podshipnik qopqog'ini korpusga mahkamlovchi boltlar,

$$d_2 = (0,7 \div 0,75)d_1 = (0,7 \div 0,75) \cdot 20 = 14 \div 15 \text{ mm}; \quad \text{M16 rezbali}$$

boltni qabul qilamiz;

qopqoqni korpusga biriktiruvchi boltlar,

$$d_3 = (0,5 \div 0,6)d_1 = (0,5 \div 0,6) \cdot 20 = 10 \div 12 \text{ mm}; \quad \text{M12 rezbali}$$

boltni qabul qilamiz (10.2-jadval [4]).

II.1.6. Zanjirli uzatma parametrlarining hisobi

Bir qatorli rolikli zanjirni tanlaymiz ([4] 7.15-jadval).

1. Yetakchi yulduzchadagi burovchi moment,

$$T_{\text{tot}} = T_2 = 876,51 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}.$$

Zanjirli uzatmaning uzatish soni $u_{\text{zan}} = 3,55$ deb qabul qilingan.

2. Tishlar soni:

yetaklovchi yulduzchaniki,

$$z_3 = 31 - 2u_{3an} = 31 - 2 \cdot 3,55 \approx 24;$$

yetaklanuvchi yulduzchaniki. Umuman olganda, yulduzchalar tishlari soni toq, zanjir zvenolari soni juft bo'lishi tavsiya qilinadi.

$$z_4 = z_3 u_{3an} = 24 \cdot 3,55 = 85.$$

$z_3=24$ va $z_4=85$ deb qabul qilamiz.

Shunda,

$$u_3^1 = \frac{z_4}{z_3} = \frac{85}{24} = 3,54.$$

Farq:

$$\Delta = \frac{u_3 - u_3^1}{u_3} \cdot 100\% = \frac{3,55 - 3,54}{3,55} \cdot 100\% = 0,3\% \leq 3\% \text{ bu ruxsat}$$

etiladi.

3. Yuklamaning hisobiy ko'effitsiyenti,

$$K_{yuk} = k_d k_a k_n k_r k_{sm} k_p,$$

bu yerda, $k_d=1$ ravon yuklanishdagi dinamikaviy ko'effitsiyenti;

$k_a=1$ o'qlararo masofa ko'effitsiyenti;

$k_n=1$ uzatmaning gorizontga qiyalik burchagining ko'effitsiyenti;

$k_r=1,25$ zanjir tarangligini davriy ravishda rostlash ko'effitsiyenti;

$k_{sm}=1$ uzluksiz moylash ko'effitsiyenti;

$k_p=1$ smenali ishlash ko'effitsiyenti; bir smenali ish davomiyligini hisobga oladi.

Shunda,

$$K_{yuk} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 = 1,25.$$

4. Zanjir qadamini aniqlash uchun zanjir bo'g'inlaridagi ruxsat etilgan bosim $[p]$ ni bilish kerak. 7.18 [4] -jadvalda zanjir qadami t va yetakchi yulduzcha aylanishlar chastotasiga bog'liqlikda ruxsat etilgan bosim $[p]$ berilgan. $n \approx 200 \text{ min}^{-1}$ da ruxsat etilgan bosim $[p]=22 \text{ MPa}$.

Bir qatorli ($m = 1$) zanjirning qadami

$$t \geq 2,8 \sqrt[3]{\frac{T_{yul} K_3}{z_3 [p]}} = 2,8 \sqrt[3]{\frac{876,51 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{24 \cdot 22}} = 2,8 \cdot 12,75 = 35,7 \text{ mm}.$$

7.15 [4] -jadvaldan PR-38,1-127,0 zanjirni tanlaymiz, zanjir qadami $t=38,1$ mm; uzib yuboruvchi yuklama $Q \approx 127,0$ kN; massasi $q=5,5$ kg/m; $A_{op}=394$ mm².

5. Zanjirning tezligi,

$$v = \frac{z_3 t n_2}{60 \cdot 10^3} = \frac{24 \cdot 38,1 \cdot 146}{60 \cdot 10^3} = 2,23 \text{ m/s.}$$

6. Aylanma kuch,

$$F_{ts} = \frac{P_2}{v} = \frac{T_2 \omega_2}{v} = \frac{876,51 \cdot 15,28}{2,23} = 6006 \text{ N.}$$

7. Bo'g'indagi bosimni tekshiramiz,

$$p = \frac{F_{ts} K_9}{A_{on}} = \frac{6006 \cdot 1,25}{394} = 19 \text{ MPa.}$$

7.18 [4]-jadval bo'yicha ruxsat etilgan bosimni aniqlaymiz:

$$[p] = 19[1 + 0,01(z_3 - 17)] = 19[1 + 0,01(24 - 17)] = 20,33 \text{ MPa.}$$

$p < [p]$ sharti bajarildi.

8. Zanjir zvenolari sonini aniqlaymiz,

$$L_t = 2a_t + 0,5z_{\Sigma} + \frac{\Delta^2}{a_t},$$

bu yerda, $a_t = \frac{a}{t} = 50$ ([4] 148 bet);

$$z_{\Sigma} = z_3 + z_4 = 24 + 85 = 109;$$

$$\Delta = \frac{z_4 - z_3}{2\pi} = \frac{85 - 24}{2 \cdot 3,14} = 9,7.$$

Shunda,

$$L_t = 2 \cdot 50 + 0,5 \cdot 109 + \frac{9,7^2}{50} = 154,5 + 1,9 = 156,4.$$

$L_t = 156$ deb qabul qilamiz.

9. Zanjirli uzatmaning o'qlararo masofasini aniqlaymiz,

$$a_{zan} = 0,25t \left[L_t - 0,5z_{\Sigma} + \sqrt{(L_t - 0,5z_{\Sigma})^2 - 8\Delta^2} \right] = 0,25 \cdot 38,1 \cdot$$

$$\cdot \left[156 - 0,5 \cdot 109 + \sqrt{(156 - 0,5 \cdot 109)^2 - 8 \cdot 9,7^2} \right] = \\ = 9,53 \cdot \left[101,5 + \sqrt{9549,53} \right] \approx 1898 \text{ mm}.$$

Zanjirning erkin salqiligini ta'minlash uchun o'qlararo masofani 0,4 % ga kamaytiramiz, ya'ni $1898 - 1898 \cdot 0,004 \approx 1898 - 7,592 = 1890,4 \text{ mm}$.

10. Yulduzchalarning bo'luvchi aylanalari diametrlarini aniqlaymiz,

$$d_{o3} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_3}} = \frac{38,1}{\sin \frac{180}{24}} = 292 \text{ mm};$$

$$d_{o4} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_4}} = \frac{38,1}{\sin \frac{180}{85}} = 1031 \text{ mm}.$$

11. Yulduzchalarning tashqi aylanalari diametrini aniqlaymiz,

$$D_{e3} = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z_3} + 0,7 \right) - 0,3d_1 = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{z_3} + 0,7 \right) - 3,57,$$

bu yerda, $d_1 = 22,23$ -zanjir roligining diametri (7.15 [4] - jadval);

$$D_{e3} = 38,1 \cdot \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{24} + 0,7 \right) - 0,3 \cdot 22,23 = 333,299 - 6,669 = 327 \\ \text{mm};$$

$$D_{e4} = 38,1 \cdot \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{85} + 0,7 \right) - 0,3 \cdot 22,23 = 1018,413 - 6,669 = 1012 \text{ mm}$$

12. Zanjirli uzatmadagi kuchlar:

- aylanma kuch, $F_{ts} = 6006 \text{ N}$;

- markazdan qochma kuch, $F_v = qv^2 = 5,5 \cdot 2,23^2 \approx 27 \text{ N}$,

bu yerda $q = 5,5 \text{ kg/m}$ (7.15 [4] -jadval);

-zanjir salqiligidan hosil boʻladigan kuch,
 $F_f = 9,81k_f qa_{3an} = 9,81 \cdot 1,5 \cdot 5,5 \cdot 7.592 = 614 \text{ N}$, bu yerda uzatman-
 ing gorizontga qiyalik burchagi 45° boʻlganda $k_f = 1,5$ (15.1[4] bet).

13. Valdagi hisobiy yuklama,

$$F_e = F_{t3} + 2F_f = 6006 + 2 \cdot 614 = 7234 \text{ N}.$$

14. Zanjirning ehtiyotkorlik koeffitsiyentini aniqlaymiz,

$$s = \frac{Q}{F_{t3}k_\phi + F_v + F_f} = \frac{127 \cdot 10^3}{6006 \cdot 1 + 27 + 614} = 19.$$

Bu qiymat ruxsat etilgan ehtiyotkorlik koeffitsiyenti $[s] \approx 9,8$
 dan (7.19 [4] -jadval) katta va $s > [s]$ shart bajarilmoqda, $19 > 9,8$.

15. Yetakchi yulduzcha oʻlchamlari:

Yulduzcha gupchagi diametri, $d_{zyn} = 1,6d_{e2} = 1,6 \cdot 60 = 96 \text{ mm}$;
 gupchak uzunligi, $l_{zyn} = (1,2 \div 1,6)d_{e2} = (1,2 \div 1,6) \cdot 60 = 72 \div 96 \text{ mm}$,
 $l_{zyn} = 85 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz;

Yulduzcha diski qalinligi, $0,93 B_{ich} = 0,93 \cdot 25,4 = 24 \text{ mm}$,

bu yerda B_{ich} -zanjir ichki zvenosi plastinalari orasidagi masofa
 (7.15-jadval [4]).

II.1.7. Reduktor detallarini joylashtirishning birinchi bosqichi

Reduktor detallarini joylashtirish ikki bosqichda olib boriladi.
 Birinchi bosqich shesternya va tishli gʻildirakning tayanchlarga nisbatan taxminiy joylashishini aniqlash uchun xizmat qiladi. Keyinchalik bundan tayanch reaksiyalarini aniqlash, tanlangan podshipnikning ish muddatini aniqlash, eguvchi va burovchi moment epyuralarini qurish va ular asosida vallarning ehtiyotkorlik koeffitsiyentlarini aniqlashda foydalaniladi.

Komponovka chizmasini bitta proeksiyada 1:1 masshtabda millimetrovka qogʻoziga chizamiz.

Qog‘oz markazida gorizontal o‘q chiziq chizamiz; keyin ikkala val o‘q chiziqlarini markazlararo masofa bo‘yicha vertikal holatda chizib olamiz.

Shesternya va tishli g‘ildiraklarni sodda qilib, to‘rtburchak ko‘rinishida chizib olamiz.

Korpusning ichki devorini chizib olamiz:

a) shesternya yoni va korpusning ichki devori orasidagi oraliqni $A_1 = 1,2\delta$ deb qabul qilamiz; agar gupchak bo‘lsa, oraliq gupchak yonidan o‘lchanadi;

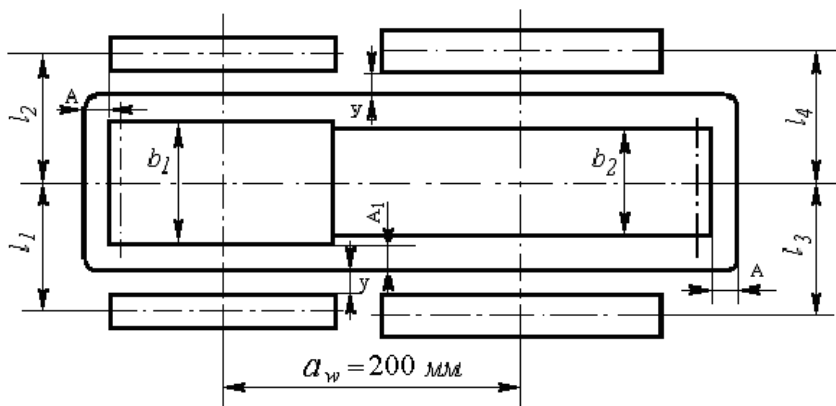
b) tishli g‘ildirak tashqi aylanasiidan korpus ichki devorigacha bo‘lgan oraliqni $A = \delta$ deb qabul qilamiz;

d) yetakchi val podshipnigi tashqi halqasi va korpusning ichki devori orasidagi oraliqni $A = \delta$ deb qabul qilamiz; agar shesternya tashqi aylanasi diametri podshipnik tashqi diametridan katta bo‘lsa, A oraliq shesternyadan boshlab olinadi.

Yetaklovchi va yetaklanuvchi vallar uchun o‘rta seriyali bir qatorli zo‘ldirli radial podshipniklar tanlab olamiz.

t/r	Val	Podshipnikning shartli belgilanishi	d	D	B	Yuk ko‘taruvchanligi	
			O‘lchamlari, mm			C, kN	C ₀ , kN
1	Yetaklovchi val	311	55	120	29	71,5	41,5
2	Yetaklanuvchi val	313	65	140	33	92,3	56,0

Ushbu joylashtirish chizmasi (II.3-rasm)dan kerakli o‘lchamlarni o‘lchab olamiz. Shunda $l_1 = l_2 = 97 \text{ mm}$ $l_3 = l_4 = 99 \text{ mm}$.



2.3-rasm. Reduktor detallarini joylashtirishning birinchi bosqichi.

II.1.8. Podshipnik umrboqiyligini tekshirish

Yetaklovchi val (II.5-rasm). Yuqoridagi hisob-kitoblardan quyidagilar ma'lum:

$$F_t = 5389 \text{ N}; F_r = 2076 \text{ N}; F_a = 5093 \text{ N};$$

$$d_1 = 67 \text{ mm}; l_1 = l_2 = 97 \text{ mm}.$$

Tayanchlardagi reaksiya kuchlarini aniqlaymiz:
XOZ gorizontal tekisligida,

$$\sum m_{1y} = 0; -R_{x2}(l_1 + l_2) - F_t \cdot l_1 = 0$$

$$R_{x2} = \frac{-F_t \cdot l_1}{l_1 + l_2} = \frac{-5389 \cdot 97}{97 + 97} = -2694.5 \text{ N};$$

$$\sum m_{2y} = 0; R_{x1}(l_1 + l_2) + F_t \cdot l_2 = 0$$

$$R_{x1} = \frac{-F_t \cdot l_2}{l_1 + l_2} = \frac{-5389 \cdot 97}{97 + 97} = -2694.5 \text{ N};$$

Tekshiruv:

$$R_{x1} + R_{x2} + F_t = 0$$

$$-2694,5 - 2694,5 + 5389 = 0.$$

YOZ vertikal tekisligida,

$$\sum m_{1x} = 0; R_{y2}(l_1 + l_2) + F_r \cdot l_1 - F_a \cdot \frac{d_1}{2} = 0$$

$$R_{y2} = \frac{F_a \cdot \frac{d_1}{2} - F_r \cdot l_1}{l_1 + l_2} = \frac{5093 \cdot \frac{67}{2} - 2076 \cdot 97}{97 + 97} = -158.5 \text{ N};$$

$$\sum m_{2x} = 0; -R_{y1}(l_1 + l_2) - F_r \cdot l_2 - F_a \cdot \frac{d_1}{2} = 0$$

$$R_{y1} = \frac{-F_a \cdot \frac{d_1}{2} - F_r \cdot l_2}{l_1 + l_2} = \frac{-5093 \cdot \frac{67}{2} - 2076 \cdot 97}{97 + 97} = -1917.5 \text{ N};$$

Tekshiruv:

$$R_{y1} + R_{y2} + F_r = 0$$

$$-158.5 - 1917.5 + 2076 = 0.$$

Eguvchi momentlarni aniqlaymiz va epyuralarini quramiz:
OX o'qiga nisbatan,

I uchastka $0 \leq z \leq l_1$

$$\sum m_x = 0; -M_x + R_{y2} \cdot z = 0$$

$$M_x = R_{y2} \cdot z = -158.5 \cdot z;$$

$$M_{x1=0} = 0; M_{x2=l_1} = -158.5 \cdot 97 = -15374.5 \text{ HMM} = -15.37 \text{ HM}.$$

II uchastka $0 \leq z \leq l_1$

$$\sum m_x = 0; M_x + R_{y1} \cdot z = 0$$

$$M_x = -R_{y1} \cdot z = 1917.5 \cdot z;$$

$$M_{x1=0} = 0; M_{x2=l_1} = 1917.5 \cdot 97 = 185997.5 \text{ HMM} = 186 \text{ HM}.$$

OY o'qiga nisbatan,

I uchastka $0 \leq z \leq l_2$

$$\sum m_y = 0; M_y + R_{x2} \cdot z = 0$$

$$M_y = -R_{x2} \cdot z = 2694,5 \cdot z;$$

$$M_{y1=0} = 0; M_{y2=l_2} = 2694,5 \cdot 97 = 261366,5 \text{ HMM} = 261,37 \text{ HM}.$$

$$\text{II uchastka } 0 \leq z \leq l_1 \\ \sum m_y = 0; M_y + R_{x1} \cdot z = 0$$

$$M_y = -R_{x1} \cdot z = 2694,5 \cdot z;$$

$$M_{y1=0} = 0; M_{y2=l_1} = 2694,5 \cdot 97 = 261366,5 \text{ HMM} = 261,37 \text{ HM}.$$

Natijaviy reaksiya kuchlari:

$$P_{r1} = \sqrt{R_{x1}^2 + R_{y1}^2} = \sqrt{(-2694,5)^2 + (-1917,5)^2} = \sqrt{10937136,5} = 3307 \text{ N};$$

$$P_{r2} = \sqrt{R_{x2}^2 + R_{y2}^2} = \sqrt{(-2694,5)^2 + (-158,5)^2} = \sqrt{7285452,5} = 2699 \text{ N}.$$

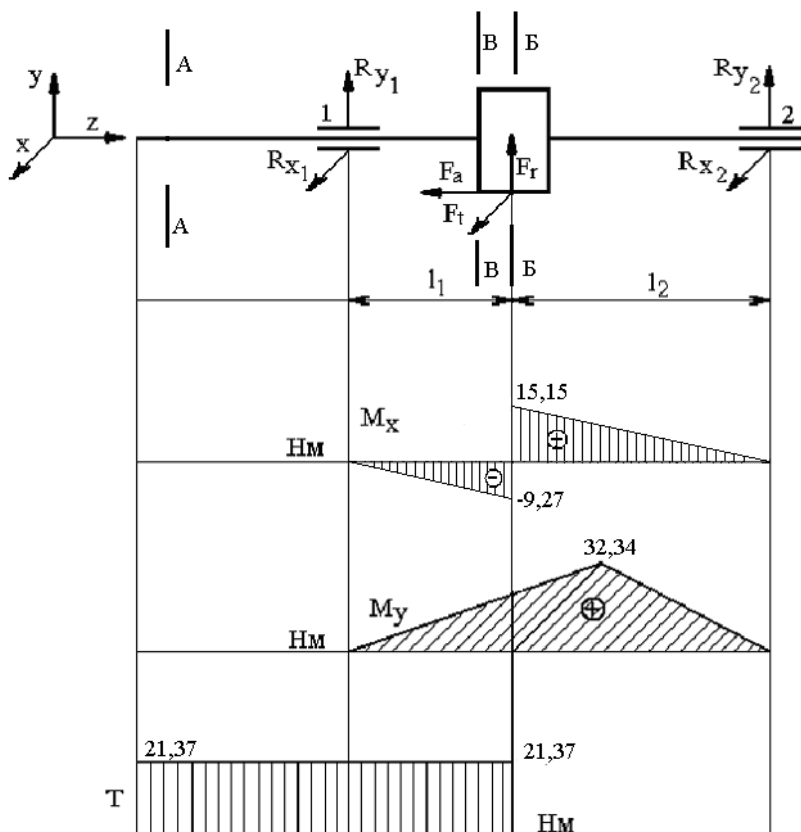
Demak, birinchi tayanchdagi podshipnik ko'proq yuklangani uchun ushbu podshipnikning umrboqiyiligini hisoblaymiz.

Podshipnik gabarit o'lchamlari: №311, d=55 mm; D=120 mm; B=29 mm; C=71,5 kN; C₀=41,5 kN.

Ekvivalent yuklama:

$$P_g = (XVP_{r1} + YP_a)K_X K_T,$$

bu yerda: $P_{r1} = 3307 \text{ N}$ -radial yuklama; $P_a = F_a = 5093 \text{ N}$ -bo'yлама yuklama; V-podshipnik ichki va tashqi halqasining aylanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent, ichki halqa aylanganda V=1, tashqi halqa aylanganda V=1,2 olinadi, ushbu holatda V=1, ya'ni podshipnik ichki halqasi aylanadi; $K_X = 1$ -lentali konveyer yuritmasi uchun havftsizlik koeffitsiyenti; $K_T = 1$ -harorat koeffitsiyenti.



2.4-rasm. Yetaklovchi valni hisoblash sxemasi.

Munosabat $\frac{F_a}{C_0} = \frac{5093}{41500} = 0,12$; bu qiymat 9.18-jadval [4]

bo'yicha $e \approx 0,30$ ga mos keladi.

Munosabat $\frac{P_a}{P_{r1}} = \frac{5093}{3307} = 1,5 > e$; $X=0,56$ va $Y=1,45$.

$$P_s = (0,56 \cdot 1 \cdot 3307 + 1,45 \cdot 5093) \cdot 1 \cdot 1 = 9237 \text{ N.}$$

Hisobiy umrboqiylik, million ayl.

$$L = \left(\frac{C}{P_g} \right)^3 = \left(\frac{71,5 \cdot 10^3}{9237} \right)^3 \approx 464 \text{ mln.ayl.}$$

Hisobiy umrboqiylik, soat.

$$L_h = \frac{L \cdot 10^6}{60 \cdot n_1} = \frac{464 \cdot 10^6}{60 \cdot 730} \approx 10,6 \cdot 10^3 \text{ soat.}$$

Yetaklanuvchi val (II.5-rasm). Yuqoridagi hisob-kitoblardan quyidagilar ma'lum: $F_t = 5389 \text{ N}$; $F_r = 2076 \text{ N}$; $F_a = 5093 \text{ N}$; $d_2 = 333 \text{ mm}$; $l_3 = l_4 = 99 \text{ mm}$; $l_5 = 87 \text{ mm}$.

Zanjirli uzatmadan valdagi yuklama $F_e = 7234 \text{ N}$.

Bu yuklamaning tashkil etuvchilari,

$$F_{ex} = F_{ey} = F_e \sin \gamma = 7234 \cdot \sin 45^\circ = 5136 \text{ N.}$$

Tayanchlardagi reaksiya kuchlarini aniqlaymiz:

XOZ gorizontaal tekislikda,

$$\begin{aligned} \sum m_{1x} &= 0; R_{\delta 4}(l_4 + l_3) - F_t \cdot l_3 - F_{\delta \delta} \cdot (l_3 + l_4 + l_5) = 0 \\ R_{x4} &= \frac{F_t \cdot l_3 + F_{ex} \cdot (l_3 + l_4 + l_5)}{l_4 + l_3} = \frac{5389 \cdot 99 + 5136 \cdot (99 + 99 + 87)}{99 + 99} = 10087 \text{ N;} \\ \sum m_{2x} &= 0; R_{\delta 3}(l_4 + l_3) - F_t \cdot l_4 + F_{\delta \delta} \cdot l_5 = 0 \\ R_{x3} &= \frac{F_t \cdot l_4 - F_{ex} \cdot l_5}{l_4 + l_3} = \frac{5389 \cdot 99 - 5136 \cdot 87}{99 + 99} = 438 \text{ N;} \end{aligned}$$

Tekshiruv:

$$\begin{aligned} R_{x3} + R_{x4} - (F_t + F_{ex}) &= 0 \\ 438 + 10087 - (5389 + 5136) &= 0. \end{aligned}$$

YOZ vertikal tekislikda,

$$\begin{aligned} \sum m_{1y} &= 0; R_{\delta 3}(l_3 + l_4) - F_r \cdot l_3 + F_a \cdot \frac{d_2}{2} - F_{\delta \delta} \cdot l_5 = 0 \\ R_{y3} &= \frac{F_r \cdot l_3 - F_a \cdot \frac{d_2}{2} + F_{ey} \cdot l_5}{l_3 + l_4} = \frac{2076 \cdot 99 - 5093 \cdot \frac{333}{2} + 5136 \cdot 87}{99 + 99} = 988 \text{ N;} \end{aligned}$$

$$\sum m_{2y} = 0; R_{\acute{o}4}(l_3 + l_4) + F_r \cdot l_4 + F_{\acute{a}} \cdot \frac{d_2}{2} - F_{\acute{a}\acute{o}} \cdot (l_3 + l_4 + l_5) = 0$$

$$R_{y4} = \frac{-F_r \cdot l_4 - F_{\acute{a}} \cdot \frac{d_2}{2} + F_{\acute{a}y} \cdot (l_3 + l_4 + l_5)}{l_3 + l_4} = \frac{-2076 \cdot 99 - 5093 \cdot \frac{333}{2} + 5136 \cdot (99 + 99 + 87)}{99 + 99} = 2072N;$$

Tekshiruv:

$$R_{y3} + R_{y4} + F_r - F_{\acute{a}y} = 0$$

$$988 + 2072 + 2076 - 5136 = 0.$$

Eguvchi momentlarni aniqlaymiz va epyuralarini quramiz:

OX o'qiga nisbatan,

I uchastka $0 \leq z \leq l_3$

$$\sum m_x = 0; M_x + R_{y3} \cdot z = 0$$

$$M_x = -R_{y3} \cdot z = -988 \cdot z;$$

$$M_{x1=0} = 0; M_{x2=l_3} = -988 \cdot 99 = -97812 \text{ } H_{MM} = -97,812 \text{ } H\mathcal{M}.$$

II uchastka $0 \leq z \leq l_4$

$$\sum m_x = 0; M_x + R_{y3} \cdot (l_3 + z) - F_r \cdot z = 0$$

$$M_x = -R_{y3} \cdot (l_3 + z) + F_r \cdot z = -988 \cdot (99 + z) + 2076 \cdot z;$$

$$M_{x1=0} = -988 \cdot 99 = -97812 \text{ } H_{MM} = -97,812 \text{ } H\mathcal{M};$$

$$M_{x2=l_4} = -988 \cdot 198 + 2076 \cdot 99 = -165624 + 205524 = 39900 \text{ } H_{MM} = 39,9 \text{ } H\mathcal{M}.$$

III uchastka $0 \leq z \leq l_5$

$$\sum m_x = 0; -M_x + F_{\acute{a}\acute{o}} \cdot z = 0$$

$$M_x = F_{\acute{a}y} \cdot z = 5136 \cdot z;$$

$$M_{x1=0} = 0; M_{x2=l_5} = 5136 \cdot 87 = 446832 \text{ } H_{MM} = 446,832 \text{ } H\mathcal{M}.$$

OY o'qiga nisbatan,

I uchastka $0 \leq z \leq l_3$

$$\sum m_y = 0; M_y + R_{x3} \cdot z = 0$$

$$M_y = -R_{x3} \cdot z = -438 \cdot z;$$

$$M_{y1=0} = 0; M_{y2=l_3} = -438 \cdot 99 = -43362 \text{ } H_{MM} = -43,362 \text{ } H\mathcal{M}.$$

II uchastka $0 \leq z \leq l_4$

$$\sum m_y = 0; M_y + R_{x3} \cdot (l_3 + z) - F_t \cdot z = 0$$

$$M_y = -R_{x3} \cdot (l_3 + z) + F_t \cdot z = -438 \cdot (99 + z) + 5389 \cdot z;$$

$$M_{y1=0} = -438 \cdot 99 = -43362 \text{ } H_{MM} = -43,362 \text{ } M;$$

$$M_{y2=l_4} = -438 \cdot (99 + 99) + 5389 \cdot 99 = 446787 \text{ } H_{MM} = 446,787 \text{ } H_M.$$

III uchastka $0 \leq z \leq l_5$

$$\sum m_x = 0; -M_o + F_{ao} \cdot z = 0$$

$$M_y = F_{ax} \cdot z = 5136 \cdot z;$$

$$M_{y1=0} = 0; M_{y2=l_5} = 5136 \cdot 87 = 446832 \text{ } H_{MM} = 446,832 \text{ } H_M.$$

Natijaviy reaksiya kuchlari:

$$P_{r1} = \sqrt{R_{x3}^2 + R_{y3}^2} = \sqrt{438^2 + 988^2} = \sqrt{1167988} = 1081 \text{ } N;$$

$$P_{r2} = \sqrt{R_{x4}^2 + R_{y4}^2} = \sqrt{10087^2 + 2072^2} = \sqrt{106040753} = 10298 \text{ } N.$$

Demak, ikkinchi tayanchdagi podshipnik ko‘proq yuklangani uchun ushbu podshipnikni umrboqiylikka hisoblaymiz.

Podshipnik gabarit o‘lchamlari: №313, d=65 mm; D=140 mm; B=33 mm; C=92,3 kN; C₀=56,0 kN.

Ekvivalent yuklama:

$$R_o = (XVP_{r2} + YP_a)K_xK_T,$$

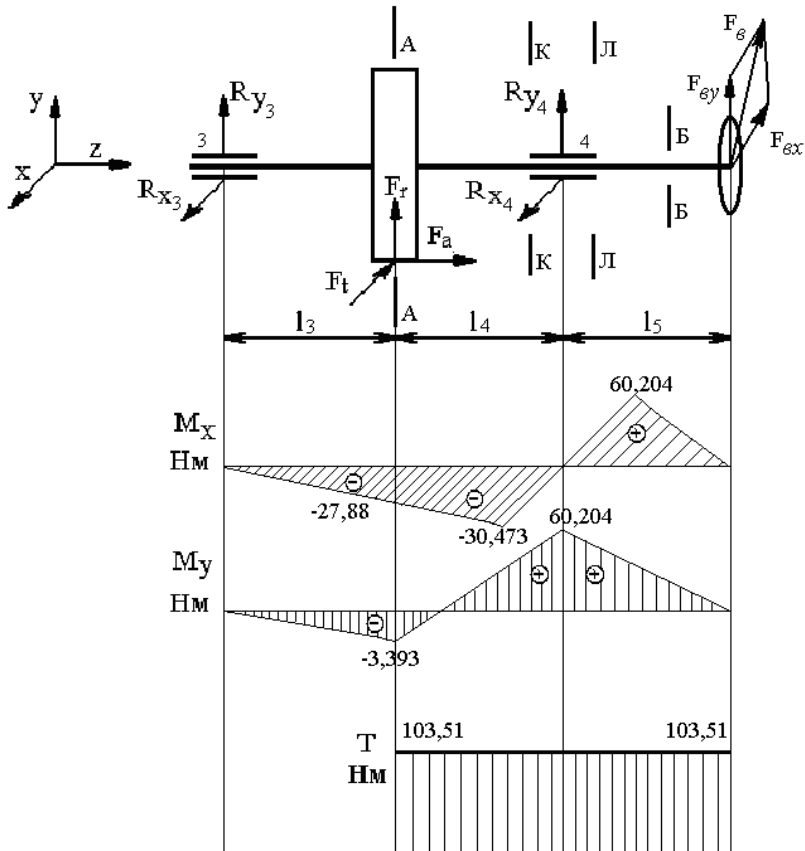
bu yerda: R_{r2} =10298 N-radial yuklama; $P_a = F_a$ = 5093 N-boylama yuklama; V-podshipnik ichki va tashqi halqasining aylanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent, ichki halqa aylanganda V=1, tashqi halqa aylanganda V=1,2 olinadi, ushbu holatda V=1, ya‘ni podshipnik ichki halqasi aylanadi; K_x = 1-lentali konveyer yuritmasi uchun havftsizlik koeffitsiyenti; K_T = 1-harorat koeffitsiyenti.

Munosabat $\frac{F_a}{C_0} = \frac{5093}{56000} = 0.09$; bu qiymat 9.18[4] -jadval bo‘yicha

$e \approx 0,29$ ga mos keladi.

Munosabat $X=0.56$ va $Y=\frac{P_a}{P_{r2}}=\frac{5093}{10298}=0.49 > e; 1.50$.

$$P_3 = (1 \cdot 10298 + 1.5 \cdot 5093) \cdot 1 \cdot 1 = 17938 \text{ N.}$$



2.5-rasm. Yetaklanuvchi valni hisoblash sxemasi.

Hisobiy umrboqiylik, million ayl.

$$L = \left(\frac{C}{P_3} \right)^3 = \left(\frac{92,3 \cdot 10^3}{17938} \right)^3 \approx 136 \text{ mln. ayl.}$$

Hisobiy umrboqiylik, soat.

$$L_h = \frac{L \cdot 10^6}{60 \cdot n_2} = \frac{136 \cdot 10^6}{60 \cdot 146} \approx 16 \cdot 10^3 \text{ soat.}$$

Silindrik reduktorlar uchun podshipniklar ishlash muddati 40000 soatdan oshishi mumkin, lekin 10000 soatdan kam bo'lmashligi kerak.

1.1.9.. Shponkali birikmalar mustahkamligini tekshirish

Prizmatik shponkalar. Shponka kesimi o'lchamlari, ariqchalari va uzunliklari ГОСТ 23360-78 bo'yicha (8.9-jadval [4]) olinadi.

Shponkalar materiali-normallashtirilgan po'lat 45.

Ezilish kuchlanishi va mustahkamlik sharti quyidagi formula bo'yicha,

$$\sigma_{\text{33}}^{\text{max}} \approx \frac{2T}{d(h-t_1)(l-b)} \leq [\sigma_{\text{33}}]$$

Ezilishga ruxsat etilgan kuchlanish po'lat gupchakda $[\sigma_{\text{33}}] = 100 \div 120 \text{ MPa}$, cho'yan gupchakda esa $[\sigma_{\text{33}}] = 50 \div 70 \text{ MPa}$.

Yetaklovchi val: $d = 48 \text{ mm}$; $b \times h = 14 \times 9 \text{ mm}$; $t_1 = 5.5 \text{ mm}$; shponka uzunligi $l = 60 \text{ mm}$; yetaklovchi valdagi burovchi moment $T_1 = 180,53 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}$;

$$\sigma_{\text{33}} = \frac{2 \cdot 180,53 \cdot 10^3}{48(9-5.5)(60-14)} = \frac{361060}{7728} = 42,72 \text{ MPa} < [\sigma_{\text{33}}].$$

Yetaklanuvchi val: ikki shponkadan - tishli g'ildirak osti va Yulduzcha osti - bulardan ko'proq yuklangani, ya'ni ikkinchisi uchun tekshiruv o'tkazamiz: $d = 60 \text{ mm}$; $b \times h = 18 \times 11 \text{ mm}$; $t_1 = 7.0 \text{ mm}$; shponka uzunligi $l = 100 \text{ mm}$; valdagi burovchi moment $T_2 = 876,51 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}$;

$$\sigma_{\text{33}} = \frac{2 \cdot 876,51 \cdot 10^3}{60(11-7)(100-18)} = \frac{1753020}{19680} = 89.08 \text{ MPa} < [\sigma_{\text{33}}].$$

Barcha holatlarda mustahkamlik sharti bajarilmoqda.

II.1.10..Vallarning aniqlashtirilgan hisobi

Normal kuchlanish egilishdan simmetrik sikl, urinma kuchlanish esa buralishdan pulsatsiyalanuvchi sikl bo'yicha o'zgarayapti deb qabul qilamiz.

Aniqlashtirilgan hisob havfli kesimdagi mustahkamlikning zahira koeffitsiyenti s ni aniqlash va ularni ruxsat etilgan qiymat $[s]$ bilan solishtirishdan iborat. $s \geq [s]$ bo'yicha mustahkamlik ta'minlangan hisoblanadi.

Har qaysi valning havfli kesimi uchun hisob-kitob o'tkazamiz.

Yetaklovchi val (2.5-rasm).

Valning materiali shesternyaning materiali kabi (shesternya val bilan birgalikda tayyorlangan) po'lat 45, termik ishlovi-yaxshilash.

3.3-jadval[4] bo'yicha zagotovkaning diametri 90 mm.gacha $d_{a1} = 74$ mm) bo'lganda mustahkamlikning o'rtacha qiymati $\sigma_B = 780$ MPa.

Egilishning simmetrik siklida mustahkamlik chegarasi,

$$\sigma_{-1} \approx 0,43 \cdot \sigma_B = 0,43 \cdot 780 = 335 \text{ MPa.}$$

Urinma kuchlanishlarning simmetrik siklida mustahkamlik chegarasi,

$$\tau_{-1} \approx 0,58 \cdot \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 335 = 193 \text{ MPa.}$$

A-A kesim. Elektr dvigateldan mufta orqali burovchi momentni uzatishda bu kesimni buralishga hisoblaymiz. Shponka o'yiqlik tufayli kuchlanishlar konsentratsiyasi vujudga keladi.

Kesimdagi qarshilik momentlari:

- buralishga qarshilik momenti,

$$W_{\text{кнетто}} = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 48^3}{16} - \frac{14 \cdot 5,5 \cdot (48-5,5)^2}{2 \cdot 48} = 20,255 \cdot 10^3 \text{ mm}^3;$$

bu yerda: $d = 48$ mm; $b = 14$ mm; $t_1 = 5,5$ mm.

- egilishga qarshilik momenti,

$$W_{\text{нетто}} = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 48^3}{32} - \frac{14 \cdot 5,5 \cdot (48-5,5)^2}{2 \cdot 48} = 9,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3.$$

Kesimdagı eguvchi moment

$$M_{A-A} = 2.5 \sqrt{T_1} \cdot \frac{l}{2} = 2.5 \cdot \sqrt{180.53 \cdot 10^3} \cdot \frac{60}{2} = 31.87 \cdot 10^3 \text{ Nmm}$$

Urinma kuchlanish sikli amplitudasi va o'rtacha kuchlanishi,

$$\tau_v = \tau_m = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{T_1}{2W_{\kappa \text{ netto}}}.$$

$$\tau_v = \tau_m = \frac{180.53 \cdot 10^3}{2 \cdot 20,255 \cdot 10^3} = 4.46 \text{ MPa}.$$

Eguvchi kuchlanishining nominal amplitudasi:

$$\sigma_v = \sigma_{\max} = \frac{M_{A-A}}{W_{\text{hemmo}}} = \frac{31.87 \cdot 10^3}{9.4 \cdot 10^3} = 3.4 \text{ MPa}; \sigma_o = 0.$$

Normal kuchlanish bo'yicha mustahkamlikning xavfsizlik koef-fitsiyenti,

$$s_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_v + \psi_{\sigma} \sigma_m} = \frac{335}{\frac{1.79}{0.89} \cdot 3.4} = \frac{335}{6.84} = 48.98.$$

bu yerda: $k_{\sigma} = 1.79$; $\varepsilon_{\sigma} = 0.89$; (8.5 va 8.8-jadvallar [4]);
 $\psi_{\sigma} = 0.2$; (163-bet [4]).

Urinma kuchlanish bo'yicha mustahkamlikning xavfsizlik koef-fitsiyenti,

$$s = s_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_v + \psi_{\tau} \tau_m},$$

$$s = s_{\tau} = \frac{193}{\frac{1.68}{0.78} \cdot 4.46 + 0.1 \cdot 4.46} = 19.2.$$

bu yerda: $k_{\tau} = 1.68$; $\varepsilon_{\tau} = 0.78$ (8.5 va 8.8-jadvallar [4]);
 $\psi_{\tau} \approx 0.1$ (166 bet [4]).

A-A kesim uchun mustahkamlikning natijaviy xavfsizlik koef-fitsiyenti,

$$s = \frac{s_\sigma s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} = \frac{48,98 \cdot 19,2}{\sqrt{48,98^2 + 19,2^2}} = \frac{940,416}{52,6} = 17,88.$$

Mustahkamlik zahira koeffitsiyentining katta qiymatga ega bo'lishiga sabab, loyihalash jarayonida valni elektr dvigatel vali bilan mufta orqali ulashda valning diametri kattalashtirilgan.

Shu sababga ko'ra, B-B va V-V kesimlardagi mustahkamlikni tekshirishga hojat yo'q.

Yetaklanuvchi val (2.6-rasm). Val materiali-po'lat 45, termik ishlovi-normallashtirilgan, $\sigma_A = 570$ MPa (3.3-jadval [4]).

Mustahkamlik chegaralari: $\sigma_{-1} = 0,43 \cdot \sigma_B = 0,43 \cdot 570 = 246$ MPa va $\tau_{-1} = 0,58 \cdot \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 246 = 142$ MPa.

A-A kesim uchun mustahkamlikning zahira koeffitsiyentini aniqlaymiz. Bu kesimda valning diametri 45 mm. Kuchlanishlar konsentratsiyasi shponka o'yoqchasi hisobiga hosil bo'ladi.

Eguvchi momentlar:

OY o'qiga nisbatan $M_y = -43,362 \cdot 10^3$ N·mm;

OX o'qiga nisbatan $M_x = -97,812 \cdot 10^3$ N·mm.

Natijaviy eguvchi moment:

$$M_{A-A} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{(-93,812 \cdot 10^3)^2 + (-43,362 \cdot 10^3)^2} = 103,348 \cdot 10^3 \text{ H} \cdot \text{mm}.$$

Kesimlarning qarshilik momentlari:

- buralishga qarshilik momenti,

$$W_{\text{кнетто}} = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 70^3}{16} - \frac{20 \cdot 7,5 \cdot (70-7,5)^2}{2 \cdot 70} = 63,13 \cdot 10^3 \text{ mm}^3;$$

bu yerda: $d = 70$ mm; $b = 20$ mm; $t_1 = 7,5$ mm.

- egilishga qarshilik momenti,

$$W_{\text{нетто}} = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 70^3}{32} - \frac{20 \cdot 7,5 \cdot (70-7,5)^2}{2 \cdot 70} = 29,47 \cdot 10^3 \text{ mm}^3.$$

Urinma kuchlanish sikli amplitudasi va o'rtacha kuchlanishi,

$$\tau_v = \tau_m = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{T_2}{2W_{\text{кнетто}}} = \frac{876,51 \cdot 10^3}{2 \cdot 63,13 \cdot 10^3} = 6,94 \text{ MPa}.$$

Egillish kuchlanishining nominal amplitudasi,

$$\sigma_v = \sigma_{\max} = \frac{M_{A-A}}{W_{\text{netto}}} = \frac{67,48 \cdot 10^3}{7,61 \cdot 10^3} = 8,87 \text{ MPa}; \sigma_0 = 0.$$

Normal kuchlanish bo'yicha mustahkamlik zahirasiining koef-fitsiyenti,

$$s_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_v + \psi_{\sigma} \sigma_m} = \frac{246}{\frac{1,59}{0,84} \cdot 8,87} = \frac{246}{16,79} = 14,65.$$

bu yerda: $k_{\sigma} = 1,59$; $\varepsilon_{\sigma} = 0,84$; (8.5 va 8.8-jadvallar [4]); $\psi_{\sigma} \approx 0,15$; (163 bet [4]).

Urinma kuchlanish bo'yicha mustahkamlik zahirasiining koef-fitsiyenti,

$$s_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_v + \psi_{\tau} \tau_m} = \frac{142}{\frac{1,49}{0,72} \cdot 3,13 + 0,1 \cdot 3,13} = \frac{142}{6,79} = 20,91.$$

bu yerda: $k_{\tau} = 1,49$; $\varepsilon_{\tau} = 0,72$ (8.5 va 8.8-jadvallar [4]); $\psi_{\tau} \approx 0,1$ (166 bet [4]).

A-A kesim uchun mustahkamlik zahirasiining natijaviy koef-fitsiyenti,

$$s = \frac{s_{\sigma} s_{\tau}}{\sqrt{s_{\sigma}^2 + s_{\tau}^2}} = \frac{14,65 \cdot 20,91}{\sqrt{14,65^2 + 20,91^2}} = \frac{306,33}{25,53} = 12.$$

K-K kesim. Kuchlanishlar konsentratsiyasi podshipnikni valga tigiz o'rnatilishi hisobiga hosil bo'ladi; $\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} = 3,12$ va $\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} = 2,27$ ([4] 8.7-jadval); $\psi_{\sigma} = 0,15$ va $\psi_{\tau} = 0,1$.

Eguvchi moment,

$$\dot{I} = F_d \cdot l_5 = 1462 \cdot 58 = 84,8 \cdot 10^3 \text{ Nmm}.$$

O'q bo'yicha qarshilik momenti,

$$W = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 40^3}{32} = 6,28 \cdot 10^3 \text{ mm}^3.$$

Normal kuchlanish amplitudasi,

$$\sigma_v = \sigma_{\max} = \frac{M}{W} = \frac{84,8 \cdot 10^3}{6,28 \cdot 10^3} \approx 13,5 \text{ MPa.}$$

Qarshilik qutbiy momenti,

$$W_p = 2W = 2 \cdot 6,28 \cdot 10^3 = 12,56 \cdot 10^3 \text{ mm}^3.$$

Urinma kuchlanish sikli amplitudasi va o'rtacha kuchlanishi,

$$\tau_v = \tau_m = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{\dot{O}_2}{2W_\delta} = \frac{103,51 \cdot 10^3}{2 \cdot 12,56 \cdot 10^3} \approx 4,12 \text{ MPa.}$$

Normal kuchlanish bo'yicha mustahkamlik zahirasiining koef-fitsiyenti,

$$s_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \sigma_v} = \frac{246}{3,12 \cdot 13,5} = \frac{246}{42,12} = 5,8.$$

Urinma kuchlanish bo'yicha mustahkamlik zahirasiining koef-fitsiyenti,

$$s_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau} \tau_v + \psi_\tau \tau_m} = \frac{142}{2,27 \cdot 4,12 + 0,1 \cdot 4,12} = \frac{142}{9,76} = 14,55.$$

K-K kesim uchun mustahkamlik zahirasiining natijaviy koef-fitsiyenti,

$$s = \frac{s_\sigma s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} = \frac{5,8 \cdot 14,55}{\sqrt{5,8^2 + 14,55^2}} = \frac{84,39}{15,66} = 5,4.$$

L-L kesim. Kuchlanishlar konsentratsiyasi katta diametrdan kichigiga o'tish hisobiga hosil bo'ladi ($d=40$ dan $d=35$ ga):

$\frac{D}{d} = \frac{40}{35} \approx 1,1$ va $\frac{r}{d} = \frac{2,25}{35} \approx 0,06$, $k_\sigma = 1,51$ va $k_\tau = 1,16$ (8.2-jadval [4]). Masshtab faktorlari $\varepsilon_\sigma = 0,86$; $\varepsilon_\tau = 0,75$ (8.8-jadval [4]).

Kesimning o'q bo'yicha qarshilik momenti,

$$W = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 35^3}{32} = 4,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3.$$

Normal kuchlanish amplitudasi,

$$\sigma_v = \sigma_{\max} = \frac{M}{W} = \frac{84,8 \cdot 10^3}{4,2 \cdot 10^3} = 20,19 \text{ MPa.}$$

Qutbga nisbatan qarshilik momenti,

$$W_p = 2W = 2 \cdot 4,2 \cdot 10^3 = 8,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3.$$

Urinma kuchlanish sikli amplitudasi va o'rtacha kuchlanishi,

$$\tau_v = \tau_m = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{\dot{I}}{2W_{\delta}} = \frac{84,8 \cdot 10^3}{2 \cdot 4,2 \cdot 10^3} = 10,09 \text{ MPa.}$$

Normal kuchlanish bo'yicha mustahkamlik zahirasiining koef-fitsiyenti,

$$s_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_v} = \frac{246}{\frac{1,51}{0,86} \cdot 20,19} = \frac{246}{35,45} = 6,94.$$

Urinma kuchlanish bo'yicha mustahkamlik zahirasiining koef-fitsiyenti,

$$s_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_v + \psi_{\tau} \tau_m} = \frac{142}{\frac{1,16}{0,75} \cdot 10,09 + 0,1 \cdot 10,09} = \frac{142}{16,61} = 8,55.$$

L-L kesim uchun mustahkamlik zahirasiining natijaviy koef-fitsiyenti,

$$s = \frac{s_{\sigma} s_{\tau}}{\sqrt{s_{\sigma}^2 + s_{\tau}^2}} = \frac{6,94 \cdot 8,55}{\sqrt{6,94^2 + 8,55^2}} = \frac{59,34}{11,01} = 5,4.$$

B-B kesim. Kuchlanishlar konsentratsiyasi shponka o'yiqlichasi hisobiga hosil bo'ladi: $k_{\sigma} = 1,59$ $\hat{a}$ $k_{\tau} = 1,49$ (8.5-jadval [4]). Massstab faktorlari $\varepsilon_{\sigma} = 0,86$; $\varepsilon_{\tau} = 0,75$ (8.8-jadval [4]).

Eguvchi moment,

$$\dot{I}_{A-A} = F_{\hat{a}} \cdot l_{\hat{a},\emptyset} = 1462 \cdot 35 = 51,17 \cdot 10^3 \text{ Nmm.}$$

Egilishga qarshilik momenti,

$$W_{\text{netto}} = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 35^3}{32} - \frac{10 \cdot 5,0 \cdot (35-5,0)^2}{2 \cdot 35} = 3,56 \cdot 10^3 \text{ mm}^3.$$

bu yerda: $d = 35 \text{ mm}$; $b = 10 \text{ mm}$; $t_1 = 5,0 \text{ mm}$.

Egilish normal kuchlanish amplitudasi,

$$\sigma_v = \frac{M_{B-B}}{W_{netto}} = \frac{51,17 \cdot 10^3}{3,56 \cdot 10^3} = 14,37 \text{ MPa.}$$

Kesimning buralishga qarshilik momenti,

$$W_{\kappa netto} = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 35^3}{16} - \frac{10 \cdot 5 \cdot (35-5)^2}{2 \cdot 35} = 7,77 \cdot 10^3 \text{ m}^3.$$

Urinma kuchlanish sikli amplitudasi va o'rtacha kuchlanishi,

$$\tau_v = \tau_m = \frac{T_2}{2W_{\kappa netto}} = \frac{103,51 \cdot 10^3}{2 \cdot 7,77 \cdot 10^3} = 6,66 \text{ MPa.}$$

Normal kuchlanish bo'yicha mustahkamlik zahirasiining koef-fitsiyenti,

$$s_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \sigma_v} = \frac{246}{\frac{1,59}{0,86} \cdot 14,37} = \frac{246}{26,57} = 9,26.$$

Urinma kuchlanish bo'yicha mustahkamlik zahirasiining koef-fitsiyenti,

$$s_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau} \tau_v + \psi_\tau \tau_m} = \frac{142}{\frac{1,49}{0,75} \cdot 6,66 + 0,1 \cdot 6,66} = \frac{142}{13,9} = 10,21.$$

B-B kesim uchun mustahkamlik zahirasiining natijaviy koef-fitsiyenti,

$$s = \frac{s_\sigma s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} = \frac{9,26 \cdot 10,21}{\sqrt{9,26^2 + 10,21^2}} = \frac{94,54}{13,78} = 6,86.$$

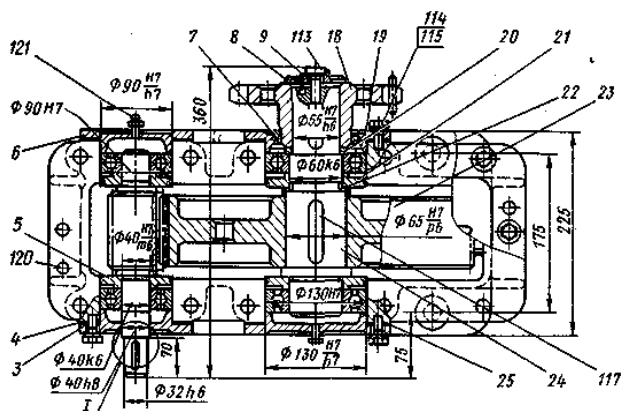
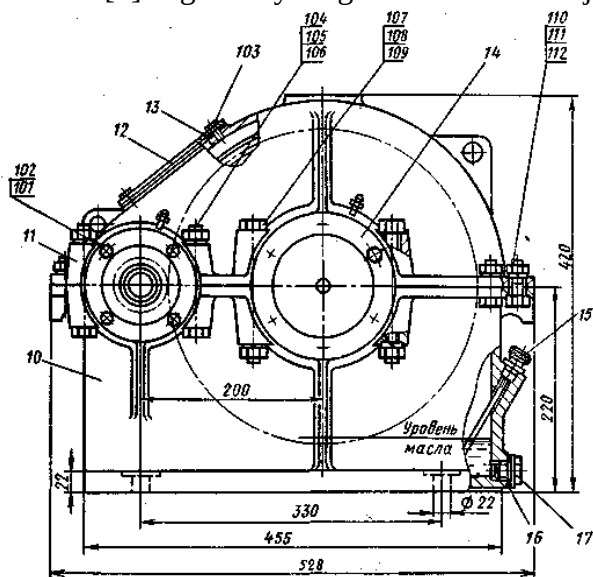
Natijalarni tekshirish uchun jadvalga kiritamiz:

Kesimlar	A-A	K-K	L-L	B-B
Ehtiyot koefitsiyenti s	12	5,4	5,4	6,86

Barcha kesimlarda $s > [s]$.

II.1.11. Reduktor chizmasi

Reduktor va uning detallarinig ishchi chizmalarini, ro'yxatini, hisoblash-tushuntirish xatini, titul varag'ini ham tayyorlab himoyalash ishlarini [5] dagi tavsiyalarga mos ravishda bajariladi.



II.6. Bir pog'onali silindrik reduktor chizmasi.

Reduktor detallari tartib raqamlari va asosiy yozuvlari bilan birgalikda 1:1 masshtabda A1 (594x841 mm)ga ikki proeksiyada chiziladi.

Reduktor detallarining ro'yxati A4 formatda standartda belgilangan asosiy (birinchi bet) va davom etuvchi (keyingi betlar) shtampli jadvallar ko'rinishida to'ldiriladi.

II.12. Tishli g'ildiraklar va podshipniklar uchun qo'yimlar

Qo'yimlar 10.13[4] -jadvaldagi ma'lumotlar va ko'rsatma- larga mos ravishda belgilanadi.

Tishli g'ildirakning valga qo'yimi standart bo'yicha $\frac{H7}{p6}$.

Valning podshipnik osti bo'yni qo'yimi k6 og'ishi bilan bajari-ladi. Korpusdagi tashqi halqa osti teshigining og'ishi H7 bo'yicha olinadi.

10.13-jadval [4] bo'yicha qolgan qo'yimlar belgilanadi.

II.1.13. Reduktor uchun moy turini tanlash

Tishli ilashmaning moylanishi tishli g'ildirakning sachratishi or-qali amalga oshiriladi, bunda tishli g'ildirak taxminan 10 mm.gacha reduktorga quyilgan moyga botib turadi. Moy vannasining hajmi quyidagicha aniqlanadi,

$$V = 0,25 \cdot P_m = 0,25 \cdot 3,2 = 0,8 \text{ dm}^3.$$

10.8 [4] -jadvaldan moyning qovushoqligini aniqlaymiz. Bunda kontakt kuchlanish va aylanma tezlik orqali moy qovushoqligi tan-lanadi. $\sigma_f = 409 \text{ MPa}$ va $V=2,77 \text{ m/s}$ da moyning qovushoqligi $28 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

10.10 [4] jadvaldan shu qovushoqlik bo'yicha moy turini tan-laymiz. Bunda I-30A sanoat moyini qabul qilamiz.

Podshipniklar kamerasini plastik moylovchi material bilan to'ldiriladi,yoki davriy ravishda press-maslenka yordamida moylab turiladi.

II.1.14 Reduktorni yig'ish

Reduktorni yig'ishdan oldin reduktor korpusi ichki qismi obdon tozalanadi va moyga bardoshli bo'yoq bilan qoplanadi.

Yig'ishni reduktorning yig'ma chizmasiga mos ravishda olib boriladi.

Reduktorning va uning detallarining ishchi chizmalarini, detallar ro'yhatini, hisoblash-tushuntirish hatini hamda titul varaqlarini tayyorlab, himoyalash ishlari [5] dagi tavsiyalarga mos tarzda bajariladi.

Reduktor detallar tartib raqamlari va asosiy yozuvlari bilan birgalikda 1:1 masshtabda A1 (594x841 mm)ga ikki proeksiyada chiziladi.

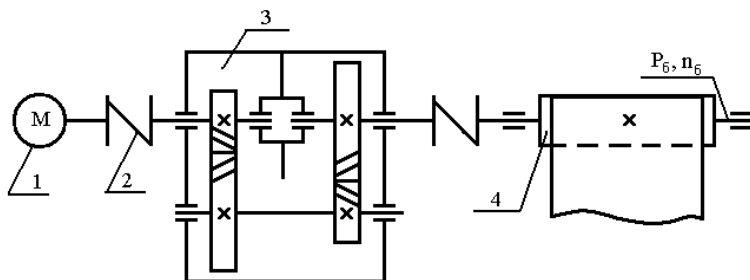
Reduktor detallarining ro'yxati A4 formatda standartda belgilangan asosiy(birinchi bet) va davom etuvchi (keyingi betlar) shtampli jadvallar ko'rinishida to'ldiriladi.

II Misol

II.2. Ikki pog'onali o'qdosh silindrik reduktordan tashkil topgan lentali konveyerni loyihalash

Quyidagi shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Konveyer barabani validagi quvvat $P_b=5,5$ kVt, baraban valining aylanish takroriyiligi $n_b=100$ min⁻¹.

Reduktorning ishlash muddati $L_h=40000$ soat.



Rasm II.7 Lentali konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2- mufta; 3-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli o'qdosh reduktor; 4-konveyer barabani.

Ko‘rinib turganidek, mazkur qo‘llanmaning boshlanish qismida (4-bet), aynan shu shemadagi yuritmaning kinematik hisobini bajarish yo‘llari keltirilgan.

Bu misolda, aytilganlardan farqli ravishda, o‘sha sxemadagi kabi yuritmaning to‘liq tarzda bajarilgan hisoblash ishlari ham keltirilgan.

Misolni bunday tarzda tanlashdan maqsad, shemalari birhil bo‘lib, boshlang‘ich ma‘lumotlari harhil bo‘lganda ham mazkur turdagi yuritmalarning echimlari va bajarilishi unchalik murakkab bo‘lmasligini e‘tiborga olishdir.

II.2.1. Elektr dvigatel tanlash va yuritmaning kinematik hisobi

1. Elektr dvigatelning talab qilingan quvvati

$$P_O = \frac{D_d}{\eta_{oi}} = \frac{5,5}{0,92} = 5,98 \text{ kVt},$$

bu yerda: P_o -baraban validagi quvvat, $P_o = 5,5 \text{ kVt}$; η_{ym} - yuritmaning umumiy foydali ish koeffitsiyenti bo‘lib, quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi,

$$\eta_{ym} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \dots \eta_n.$$

Yuqoridagi sxema uchun

$$\eta_{ym} = \eta_1^2 \cdot \eta_n^4,$$

bu yerda: η_1 -yopiq uzatma (reduktor)dagi silindrik tishli uzatmalarning foydali ish koeffitsiyenti bo‘lib, $\eta_1 = 0,98$ (1.1-jadval [4]), ushbu reduktorda 2 juft tishli uzatma mavjud; η_n -yuritmadagi dumalash podshipniklari foydali ish koeffitsiyenti, bir juft dumalash podshipnigining foydali ish koeffitsiyenti, $\eta_n = 0,99$ (1.1-jadval [4]).

Shunda,

$$\eta_{oi} = \eta_1^2 \cdot \eta_i^4 = 0,98^2 \cdot 0,99^4 = 0,92.$$

2. Yuritmaning umumiy uzatishlari soni alohida pog‘onalar uzatishlari soni ko‘paytmasi tarzida aniqlanadi,

$$u_{ym} = u_1 \cdot u_2 = 4 \cdot 3 = 12,$$

bu yerda: u_1 -birinchi pogʻonaning uzatish soni, $u_1 = 4$; $u_2 = 3$ - ikkinchi pogʻonaning uzatish soni, (§ 1.3. [4]).

Aniqlangan talab qilingan quvvat boʻyicha P1[4] dan $P_{\partial\partial} = 7,5$ kVt quvvatli elektr dvigatel tanlaymiz. P₁ da mavjud shunday quvvatli 4 xil markali elektr dvigatelni koʻrib chiqib, mosini tanlaymiz:

1. 4A112M2, $P_{\partial\partial} = 7,5$ kVt, $n_c = 3000 \text{ min}^{-1}$, $s = 2,5 \%$;

2. 4A132S4, $P_{\partial\partial} = 7,5$ kVt, $n_c = 1500 \text{ min}^{-1}$, $s = 3,0 \%$;

3. 4A132M6, $P_{\partial\partial} = 7,5$ kVt, $n_c = 1000 \text{ min}^{-1}$, $s = 3,2 \%$;

4. 4A160S8, $P_{\partial\partial} = 7,5$ kVt, $n_c = 750 \text{ min}^{-1}$, $s = 2,5 \%$.

Keltirilgan elektr dvigatellardan aylanish takroriyligi $n_c = 3000 \text{ min}^{-1}$ boʻlgan elektr dvigatel tanlansa katta uzatishlar sonini amalga oshirishda qiyinchiliklar vujudga keladi; aylanish takroriyligi $n_c = 750 \text{ min}^{-1}$ boʻlgan elektr dvigatelning gabarit oʻlchamlari va massasi katta boʻladi.

Demak, aylanish takroriyligi $n_c = 1500 \text{ min}^{-1}$ va 1000 min^{-1} boʻlgan elektr dvigateldan mosini tanlaymiz.

Bu elektr dvigatellar vallarining nominal aylanish takroriyligi quyidagicha:

$$\text{a) } n_{\bar{a}\bar{a}} = n_{\bar{n}} \cdot \frac{100 - s}{100} = 1500 \cdot \frac{100 - 3,0}{100} = 1455 \text{ min}^{-1};$$

$$\text{b) } n_{\bar{a}\bar{a}} = n_{\bar{n}} \cdot \frac{100 - s}{100} = 1000 \cdot \frac{100 - 3,2}{100} = 968 \text{ min}^{-1}.$$

Tanlangan elektr dvigatellar aylanish takroriyligi boʻyicha yuritmaning umumiy uzatish soni:

a variantda,

$$u_{\delta i}^I = \frac{n_{\bar{a}\bar{a}}}{n_{\bar{a}}} = \frac{1455}{100} = 14,55;$$

b variantda esa

$$u_{\delta i}^I = \frac{n_{\bar{a}\bar{a}}}{n_{\bar{a}}} = \frac{968}{100} = 9,68.$$

a variantda aniqlangan u_{ym}^I bo'yicha ikkinchi pog'onaning uzatish sonini aniqlab olamiz:

$$u_2 = \frac{u_{oi}^I}{u_1} = \frac{14,55}{4} = 3,64$$

u_2 ning qiymatini ГОСТ bo'yicha qabul qilamiz, $u_2 = 3,55$ (49-bet [4]).

Shunda,

$$u_{oi} = 4 \cdot 3,55 = 14,2$$

Demak,

$$\Delta u = \frac{u_{ym} - u_{ym}^I}{u_{ym}} \cdot 100\% = \leq \pm 3\%$$

$$\Delta u = \frac{14,2 - 14,55}{14,2} \cdot 100\% = 2,5 < \pm 3\%$$

shart bajarilayapti, keyingi hisoblarni $u_1 = 4$ va $u_2 = 3,55$ bo'yicha amalga oshiramiz.

Yuqoridagilarni e'tiborga olib, quvvati $P_{\delta e} = 7,5$ kVt, aylanishlar takroriyliги $n_{\delta e} = 1455 \text{ min}^{-1}$ bo'lgan 4A132S4 markali elektr dvigatel tanlaymiz.

3. Yuritma vallaridagi quvvat va burovchi moment, vallarning aylanishlar takroriyliги va burchak tezliklarini hisoblaymiz:

a) birinchi -yetaklovchi val,

$$P_1 = P_{\delta} = 5,98 \text{ kVt},$$

$$n_1 = n_{\dot{a}\dot{a}} = 1455 \text{ min}^{-1},$$

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_{\dot{a}\dot{a}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 1455}{30} = 152,29 \text{ rad}^{-1},$$

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{5,98}{1455} = 39,25 \text{ Nm} = 39,25 \cdot 10^3 \text{ Nmm}.$$

b) ikkinchi -oraliq val,

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_i = 5,98 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 5,8 \text{ kVt},$$

$$n_2 = \frac{n_1}{u_1} = \frac{1455}{4} = 363,75 \text{ min}^{-1},$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{u_1} = \frac{152,29}{4} = 38,07 \text{ rad}^{-1},$$

$$T_2 = 9550 \cdot \frac{P_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{5,8}{363,75} = 152,27 \text{ Nm} = 152,27 \cdot 10^3 \text{ Nmm}.$$

d) uchinchi -yetaklanuvchi val,

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_1 \cdot \eta_i = 5,8 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 5,63 \text{ kVt},$$

$$n_3 = \frac{n_2}{u_2} = \frac{363,75}{3,55} = 102,46 \text{ min}^{-1},$$

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{u_2} = \frac{38,07}{3,55} = 10,72 \text{ rad}^{-1},$$

$$T_3 = 9550 \cdot \frac{P_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{5,63}{102,46} = 524,76 \text{ Nm} = 524,76 \cdot 10^3 \text{ Nmm}.$$

II.2.2. Reduktor tishli g'ildiraklarining hisobi

1. Ikki pog'onadagi shesternyalar va tishli g'ildiraklar uchun material tanlab, ular uchun ruxsat etilgan kuchlanishlarni aniqlaymiz.

Shesternyalar va tishli g'ildiraklar uchun [4] 3.3-jadvaldan o'rtacha mexanik xarakteristikali material tanlaymiz. Bunda birinchi va ikkinchi pog'onadagi shesternyalar uchun termik ishlovi-yaxshilash, qattiqligi $HB_{1,3} = 230$, tishli g'ildiraklar uchun termik ishlovi-yaxshilash, qattiqligi $HB_{2,4} = 200$ bo'lgan 45 markali po'lat tanlaymiz.

Ruxsat etilgan kontakt kuchlanish:

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H\limb} \cdot K_{HL}}{[S_H]},$$

bu yerda: $\sigma_{H\limb}$ - sikllarning asosiy sonidagi kontakt mustahkamlik chegarasi, $\sigma_{H\limb} = 2HB + 70$; K_{HL} - umrboqiylik koefitsiyenti, agar g'ildirak har qaysi tishining yuklanish sikllari soni

asosiysidan yuqori bo'lsa, $K_{HL}=1$ deb qabul qilinadi; $[S_H]$ - xavfsizlik ko'effitsiyenti, $[S_H]=1,1$.

Qiya tishli g'ildiraklar uchun ruxsat etilgan hisobiy kontakt kuchlanish quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$[\sigma_H] = 0,45([\sigma_{H1,3}] + [\sigma_{H2,4}]),$$

shesternyalar uchun,

$$[\sigma_{H1,3}] = \frac{(2HB_{1,3} + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 230 + 70) \cdot 1}{1,1} \approx 482 \text{ MPa};$$

tishli g'ildiraklar uchun,

$$[\sigma_{H2,4}] = \frac{(2HB_{2,4} + 70) \cdot K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(2 \cdot 200 + 70) \cdot 1}{1,1} \approx 428 \text{ MPa}.$$

Shunda ruxsat etilgan hisobiy kontakt kuchlanish,

$$[\sigma_H] = 0,45([\sigma_{H1,3}] + [\sigma_{H2,4}]) = 0,45 \cdot (482 + 428) = 410 \text{ MPa}.$$

Bajarilgan hisoblar quyidagi shartni qanoatlantirishi kerak,

$$[\sigma_H] \leq 1,23[\sigma_{H2,4}].$$

Demak, $410 \text{ MPa} \leq 526 \text{ MPa}$, yuqorida keltirilgan shart bajarilmoqda.

2. Sekinyurar pog'onani hisoblash.

Tishlarning faol sirtlari kontakt mustahkamligi shartidan o'qlararo masofani quyidagi formula bo'yicha aniqlaymiz:

$$a_{wcek} = K_a(u+1)^3 \sqrt{\frac{T_3 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 u^2 \psi_{ba}}},$$

bu yerda: K_a - yordamchi ko'effitsiyent, qiya tishli g'ildiraklar uchun $K_a = 43$; $u = u_2 = 3,55$ - sekinyurar pog'onaning uzatish soni; $K_{H\beta}$ - tishli g'ildiraklarning tayanchlarga nisbatan joylashishi ko'effitsiyenti, tishli g'ildiraklar tayanchlarga nisbatan nosimmetrik joylashgani uchun $K_{H\beta} = 1,25$ (3.1-jadval [4]); ψ_{ba} - tishli g'ildirak gardishining kengligi ko'effitsiyenti, qiya tishli g'ildiraklar uchun $\psi_{ba} = 0,25 \dots 0,63$ oralig'ida olish tavsiya etiladi, $\psi_{ba} = 0,4$ deb qabul qilamiz (36- bet [4]).

Shunda,

$$a_{wn\ddot{a}\ddot{e}} = 43 \cdot (3,55 + 1) \sqrt[3]{\frac{524,76 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{410^2 \cdot 3,55^2 \cdot 0,4}} = 195,65 \cdot 0,92 \approx 180 \text{ mm.}$$

Standart bo'yicha $a_{wcek} = 224 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz (36 bet [4]).

Tishli ilashmaning normal modulini quyidagi tavsiya bo'yicha qabul qilamiz:

$$m_n = (0,01 \div 0,02) \cdot a_{wcek} = (0,01 \div 0,02) \cdot 224 = 2,24 \div 4,48 \text{ mm}$$

Standart bo'yicha $m_n = 3 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz (36- bet [3]).

Dastlab tishlar qiyalik burchagi $\beta = 10^\circ$ deb qabul qilamiz va shesternya va tishli g'ildiraklar tishlar sonini aniqlaymiz:

$$z_3 = \frac{2a_{wcek} \cos \beta}{(u+1)m_n} = \frac{2 \cdot 224 \cdot \cos 10^\circ}{(3,55+1) \cdot 3} = \frac{448 \cdot 0,9848}{13,65} = 32,3$$

$z_3 = 32$ deb qabul qilamiz.

Shunda $z_4 = z_3 u = 32 \cdot 3,55 = 113,6$, $z_4 = 114$ deb qabul qilamiz.

Tishlarning aniqlashtirilgan qiymati,

$$\cos \beta = \frac{(z_3 + z_4)m_n}{2a_{wcek}} = \frac{(32 + 114) \cdot 3}{2 \cdot 224} = \frac{438}{448} = 0,9777;$$

$$\beta = 12^\circ 12'.$$

Shesternya va tishli g'ildirakning asosiy o'lchamlari:

bo'luvchi diametrlari,

$$d_3 = \frac{m_n z_3}{\cos \beta} = \frac{3 \cdot 32}{0,9777} = 98 \text{ mm,}$$

$$d_4 = \frac{m_n z_4}{\cos \beta} = \frac{3 \cdot 114}{0,9777} = 350 \text{ mm.}$$

$$\text{Tekshiruv: } a_\omega = \frac{d_3 + d_4}{2} = \frac{98 + 350}{2} = 224 \text{ mm;}$$

Tashqi aylanalar diametri,

$$d_{a3} = d_3 + 2m_n = 98 + 2 \cdot 3 = 104 \text{ mm,}$$

$$d_{a4} = d_4 + 2m_n = 350 + 2 \cdot 3 = 356 \text{ mm.}$$

Tishli g'ildirak eni,

$$b_4 = \psi_{ba} a_{wcek} = 0,4 \cdot 224 = 90 \text{ mm.}$$

Shesternyaning eni,

$$b_3 = b_4 + 5 = 90 + 5 = 95 \text{ mm.}$$

Shesternya enining diametr koefitsiyentini aniqlaymiz,

$$\psi_{bd} = \frac{b_3}{d_3} = \frac{95}{98} = 0,97.$$

Sekinyurar pog'ona tishli g'ildiraklarining aylanma tezligi,

$$v = \frac{\omega_3 d_3}{2} = \frac{10,72 \cdot 98}{2 \cdot 10^3} = 0,53 \text{ m/s.}$$

$V = 0,53 \text{ m/s}$ da qiya tishli g'ildiraklar aniqlik darajasini 8 deb qabul qilamiz (32-bet [4]).

Yuklanish koefitsiyenti,

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{Hv},$$

bu yerda: $K_{H\alpha}$ -yuklanishning tishlararo taqsimlanishini hisobga oluvchi koefitsiyent, aylanma tezligi $v = 10 \text{ m/s}$ gacha va aniqlik darajasi 8 bo'lgan qiya tishli g'ildiraklar uchun $K_{H\alpha} = 1,05 \div 1,15$ chegarasida olish tavsiya etiladi, $K_{H\alpha} = 1,08$; $K_{H\beta}$ -tishli g'ildirak gardishi bo'yicha yuklamaning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koefitsiyent, $K_{H\beta} = 1,15$; K_{Hv} -tishli g'ildiraklar aylanma tezligi v va ularning tayyorlanishdagi aniqlik darajasiga bog'liqlikda aniqlanuvchi dinamik koefitsiyent, aylanma tezligi $v = 10 \text{ m/s}$ gacha va aniqlik darajasi 8 bo'lgan qiya tishli g'ildiraklar uchun $K_{Hv} = 1,0 \div 1,05$ chegarasida olish tavsiya etiladi, $K_{Hv} = 1,0$ deb qabul qilamiz (32-bet [4]).

Shunda,

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{Hv} = 1,15 \cdot 1,08 \cdot 1,0 = 1,242.$$

Kontakt kuchlanishni quyidagi formula bo'yicha tekshiramiz:

$$\sigma_H = \frac{270}{a_{\text{всск}}} \sqrt{\frac{T_3 K_H (u+1)^3}{b_4 u^2}} = \frac{270}{224} \sqrt{\frac{524,76 \cdot 10^3 \cdot 1,242 \cdot (3,55+1)^3}{90 \cdot 3,55^2}} = 1,2 \cdot 232,65 = 279,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_H < [\sigma_H].$$

$$279,2 \text{ MPa} < 410 \text{ MPa.}$$

Sekinyurar pog'onadagi tishli ilashmaga ta'sir etuvchi kuchlar: aylanma kuch,

$$F_{t2} = \frac{2T_3}{d_3} = \frac{2 \cdot 524,76 \cdot 10^3}{98} = 10709 \text{ N};$$

radial kuch,

$$F_{r2} = F_{t2} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} = 10709 \cdot \frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{\cos 12^\circ 12'} = 10709 \cdot \frac{0,3640}{0,9777} = 3987 \text{ N};$$

bo'yлама kuch,

$$F_{a2} = F_{t2} \operatorname{tg} \beta = 10709 \cdot \operatorname{tg} 12^\circ 12' = 10709 \cdot 0,2147 = 2299 \text{ N}.$$

Sekinyurar pog'ona tishlarini egilishdagi kuchlanish bo'yicha mustahkamlikka tekshiramiz:

$$\sigma_F = \frac{F_t K_F Y_F Y_\beta K_{F\alpha}}{bm_n} \leq [\sigma_F].$$

bu yerda: $K_F = K_{F\beta} K_{Fv}$ - yuklanish koeffitsiyenti, $K_{F\beta} = 1,17$ - tish uzunligi bo'yicha yuklamaning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent, $K_{Fv} = 1,25$ - yuklamaning dinamik ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent (3.7-, 3.8-jadvallar [4]). Shunda, $K_F = 1,17 \cdot 1,25 = 1,46$; Y_β - xatoliklarni kompensatsiyalash uchun kiritilgan koeffitsiyent; $Y_{F\alpha}$ - yuklamaning tishlararo notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent; Y_F - tish shaklini hisobga oluvchi va tishlar ekvivalent soni z_v ga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent (42-bet [4]) yoki 16 betdagi 2-jadval:

shesternyaniki,

$$z_{v3} = \frac{z_3}{\cos^3 \beta} = \frac{32}{0,9777^3} = \frac{32}{0,9346} = 34; Y_{F3} = 3,76,$$

tishli g'ildirakniki,

$$z_{v4} = \frac{z_4}{\cos^3 \beta} = \frac{114}{0,9777^3} = \frac{114}{0,9346} = 122; Y_{F4} = 3,60.$$

Ruxsat etilgan kuchlanish,

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F\limb}^0}{[S_F]},$$

bu yerda: $[S_F]$ -xavfsizlik koefitsiyenti, $[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]'' = 1,75 \cdot 1 = 1,75$, $[S_F]' = 1,75$ -tishli g'ildiraklar materiali sifatining nobarqarorligini hisobga oluvchi koefitsiyent (3.9-jadval [4]), $[S_F]'' = 1$ tishli g'ildirak zagotovkasining olinish usullarini hisobga oluvchi koefitsiyent (44 bet [4]); $\sigma_{F\limb}^0$ -sikllarning asosiy soniga mos keluvchi mustahkamlik chegarasi (3.9-jadval [4]),

shesternya uchun,

$$\sigma_{F\limb}^0 = 1,8HB_3 = 1,8 \cdot 230 = 415 \text{ MPa},$$

tishli g'ildirak uchun,

$$\sigma_{F\limb}^0 = 1,8HB_4 = 1,8 \cdot 200 = 360 \text{ MPa}.$$

Shunda, ruxsat etilgan kuchlanish quyidagicha:
shesternya uchun,

$$[\sigma_{F3}] = \frac{415}{1,75} = 237 \text{ MPa},$$

tishli g'ildirak uchun,

$$[\sigma_{F4}] = \frac{360}{1,75} = 206 \text{ MPa}.$$

Quyidagi munosabatni $\frac{[\sigma_F]}{Y_F}$, ya'ni shesternya va tishli g'ildirak uchun ruxsat etilgan kuchlanishni ularning tishlarining shakliga nisbatini hisoblaymiz:

shesternya uchun,

$$\frac{[\sigma_{F3}]}{Y_{F3}} = \frac{237}{3,76} = 63,03 \text{ MPa},$$

tishli g'ildirak uchun,

$$\frac{[\sigma_{F4}]}{Y_{F4}} = \frac{206}{3,60} = 57,22 \text{ MPa}.$$

Keyingi hisob-kitoblarni yuqoridagi munosabatning kichik qiymatdagisi, ya'ni tishli g'ildirak uchun davom ettiramiz.

Y_β va $K_{F\alpha}$ ko'effitsiyentlarni aniqlaymiz (46 va 47-betlar [4]):

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta^\circ}{140} = 1 - \frac{12^\circ 12'}{140} = 1 - 0,09 = 0,91;$$

$$K_{F\alpha} = \frac{4 + (\varepsilon_\alpha - 1)(n - 5)}{4\varepsilon_\alpha} = \frac{4 + (1,5 - 1) \cdot (8 - 5)}{4 \cdot 1,5} = \frac{5,5}{6} = 0,92$$

bu yerda: ε_α - yonlama qoplanish ko'effitsiyenti, $\varepsilon_\alpha = 1,5$; n-tishli g'ildirak aniqlik darajasi, n=8.

Tishli g'ildirak tishining mustahkamligini tekshiramiz:

$$\sigma_{F4} = \frac{F_{t2} K_F Y_{F4} Y_\beta K_{F\alpha}}{b_4 m_n} \leq [\sigma_{F4}];$$

$$\sigma_{F4} = \frac{10709 \cdot 1,46 \cdot 3,60 \cdot 0,91 \cdot 0,92}{90 \cdot 3} = 174,53 \text{ MPa} < [\sigma_{F4}] = 206 \text{ MPa}.$$

Mustahkamlik sharti bajarilmoqda.

3. Tezyurar pog'onani hisoblaymiz.

O'qdoqlik shartidan $a_{w\hat{o}\hat{a}\hat{\zeta}} = \hat{a}_{w\hat{n}\hat{a}\hat{e}} = 224 \text{ mm}$.

Tezyurar pog'ona uchun normal modul uzatmaning shovqinsiz va ravon ishlashini ta'minlash maqsadida sekinyurar pog'onanikidan kichikroq olinadi, ya'ni $m_n = 2,5 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz.

Standart bo'yicha $m_n = 2 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz (36-bet [4]).

Dastlab tishlar qiyalik burchagini $\beta = 10^\circ$ deb qabul qilamiz va shesternya va tishli g'ildiraklar tishlar sonini aniqlaymiz:

$$z_1 = \frac{2a_{w\hat{o}\hat{a}\hat{\zeta}} \cos \beta}{(u+1)m_n} = \frac{2 \cdot 125 \cdot \cos 10^\circ}{(4+1) \cdot 2} = \frac{250 \cdot 0,9848}{10} = 24,4$$

$z_1 = 24$ deb qabul qilamiz.

Shunda $z_2 = z_1 u = 24 \cdot 4 = 96$.

Tishlarning aniqlashtirilgan qiymati,

$$\cos \beta = \frac{(z_1 + z_2)m_n}{2a_{w\hat{o}\hat{a}\hat{\zeta}}} = \frac{(24 + 96) \cdot 2}{2 \cdot 125} = \frac{240}{250} = 0,96$$

$$\beta = 16^{\circ} 26'$$

Shesternya va tishli g'ildirakning asosiy o'lchamlari:
bo'luvchi diametrlari,

$$d_1 = \frac{m_n z_1}{\cos \beta} = \frac{2 \cdot 24}{0,96} = 50 \text{ mm},$$

$$d_2 = \frac{m_n z_2}{\cos \beta} = \frac{2 \cdot 96}{0,96} = 200 \text{ mm}.$$

Tekshiruv: $a_{w\grave{o}d\grave{a}\zeta} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{50 + 200}{2} = 125 \text{ mm};$

Tashqi aylanalar diametri,

$$d_{a1} = d_1 + 2m_n = 50 + 2 \cdot 2 = 54 \text{ mm},$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m_n = 200 + 2 \cdot 2 = 204 \text{ mm}.$$

Tishli g'ildirak eni,

$$b_2 = \psi_{bd} a_{w\grave{o}d\grave{a}\zeta} = 0,4 \cdot 125 = 50 \text{ mm}.$$

Shesternyaning eni,

$$b_1 = b_2 + 5 = 50 + 5 = 55 \text{ mm}.$$

Shesternya enining diametr koeffitsiyentini aniqlaymiz,

$$\psi_{bd} = \frac{b_1}{d_1} = \frac{55}{50} = 1,1.$$

Sekinyurar pog'ona tishli g'ildiraklarining aylanma tezligi,

$$v = \frac{\omega_1 d_1}{2} = \frac{152,29 \cdot 50}{2 \cdot 10^3} = 3,8 \text{ m/s}.$$

$V = 3,8 \text{ m/s}$ da qiya tishli g'ildiraklar aniqlik darajasini 8 deb qabul qilamiz (32-bet [4]).

Yuklanish koeffitsiyenti,

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{H\nu},$$

bu yerda: $K_{H\alpha}$ -yuklamaning tishlararo taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent, aylanma tezligi $v=10 \text{ m/s}$ gacha va aniqlik darajasi 8 bo'lgan qiya tishli g'ildiraklar uchun $K_{H\alpha} = 1,05 \div 1,15$ chegarasida olish tavsiya etiladi, $K_{H\alpha} = 1,08$; $K_{H\beta}$ -tishli g'ildirak gardishi bo'yicha yuklamaning notekis taqsimlanishini hisobga

oluvchi koefitsiyent, $K_{H\beta} = 1,15$; $K_{H\nu}$ -tishli g'ildiraklar aylana tezligi v va ularning tayyorlanishdagi aniqlik darajasiga bog'liqlikda aniqlanuvchi dinamik koefitsiyent, aylanma tezligi $v=10$ m/s gacha va aniqlik darajasi 8 bo'lgan qiya tishli g'ildiraklar uchun $K_{H\nu} = 1,0 \div 1,05$ chegarasida olish tavsiya etiladi, $K_{H\nu} = 1,0$ deb qabul qilamiz (32-bet [4]).

Shunda,

$$K_H = K_{H\beta} K_{H\alpha} K_{H\nu} = 1,15 \cdot 1,08 \cdot 1,0 = 1,242.$$

Kontakt kuchlanishni quyidagi formula bo'yicha tekshiramiz:

$$\sigma_H = \frac{270}{a_{\text{wòdç}}} \sqrt{\frac{T_2 K_H (u+1)^3}{b_2 u^2}} = \frac{270}{125} \sqrt{\frac{152,27 \cdot 10^3 \cdot 1,242 \cdot (4+1)^3}{50 \cdot 4^2}} = 2,16 \cdot 171,9 = 371 \text{ MPa}$$

$$\sigma_H < [\sigma_H].$$

$$371 \text{ MPa} < 410 \text{ MPa}.$$

Tezyurar pog'onadagi tishli ilashmaga ta'sir etuvchi kuchlar: aylanma kuch,

$$F_{t1} = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 39,25 \cdot 10^3}{50} = 1570 \text{ N};$$

radial kuch,

$$F_{r1} = F_{t1} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} = 1570 \cdot \frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{\cos 16^\circ 26'} = 1570 \cdot \frac{0,3640}{0,96} = 595 \text{ N};$$

bo'ylama kuch,

$$F_{a1} = F_{t1} \operatorname{tg} \beta = 1570 \cdot \operatorname{tg} 16^\circ 26' = 1570 \cdot 0,2917 = 458 \text{ N}.$$

Sekinyurar pog'ona tishlarini egilishdagi kuchlanish bo'yicha mustahkamlikka tekshiramiz:

$$\sigma_F = \frac{F_t K_F Y_F Y_\beta K_{F\alpha}}{b m_n} \leq [\sigma_F].$$

bu yerda: $K_F = K_{F\beta} K_{F\nu}$ -yuklanish koefitsiyenti, $K_{F\beta} = 1,17$ - tish uzunligi bo'yicha yuklamaning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koefitsiyent, $K_{F\nu} = 1,25$ -yuklamaning dinamik ta'sirini hisobga oluvchi koefitsiyent (3.7-, 3.8-jadvallar [4]). Shunda,

$K_F = 1,17 \cdot 1,25 = 1,46$; Y_β -xatoliklarni kompensatsiyalash uchun kiritilgan koeffitsiyent; $K_{F\alpha}$ - yuklamaning tishlararo notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent; Y_F -tish shaklini hisobga oluvchi va tishlar ekvivalent soni z_v ga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent (42-bet [4]):

shesternyaniki,

$$z_{v1} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{24}{0,96^3} = \frac{24}{0,8847} = 27; Y_{F1} = 3,88,$$

tishli g'ildirakniki,

$$z_{v2} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{100}{0,96^3} = \frac{100}{0,8847} = 113; Y_{F2} = 3,60.$$

Ruxsat etilgan kuchlanish,

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F\limb}^0}{[S_F]},$$

bu yerda: $[S_F]$ -xavfsizlik koeffitsiyenti, $[S_F] = [S_F]' \cdot [S_F]'' = 1,75 \cdot 1 = 1,75$, $[S_F]'$ = 1,75-tishli g'ildiraklar materiali sifatining nobarqarorligini hisobga oluvchi koeffitsiyent (3.9-jadval [4]), $[S_F]'' = 1$ -tishli g'ildirak zagotovkasining olinish usullarini hisobga oluvchi koeffitsiyent (44 bet [4]); $\sigma_{F\limb}^0$ -sikllarning asosiy soniga mos keluvchi mustahkamlik chegarasi (3.9-jadval [4]),

shesternya uchun,

$$\sigma_{F\limb}^0 = 1,8HB_1 = 1,8 \cdot 230 = 415 \text{ MPa},$$

tishli g'ildirak uchun,

$$\sigma_{F\limb}^0 = 1,8HB_2 = 1,8 \cdot 200 = 360 \text{ MPa}.$$

Shunda, ruxsat etilgan kuchlanish quyidagicha:
shesternya uchun,

$$[\sigma_{F1}] = \frac{415}{1,75} = 237 \text{ MPa},$$

tishli g'ildirak uchun,

$$[\sigma_{F2}] = \frac{360}{1,75} = 206 \text{ MPa.}$$

Quyidagi munosabatni $\frac{[\sigma_F]}{Y_F}$, ya'ni shesternya va tishli g'ildirak uchun ruxsat etilgan kuchlanishni ularning tishlarining shakliga nisbatini hisoblaymiz:

shesternya uchun,

$$\frac{[\sigma_{F1}]}{Y_{F1}} = \frac{237}{3,88} = 61,1 \text{ MPa,}$$

tishli g'ildirak uchun,

$$\frac{[\sigma_{F2}]}{Y_{F2}} = \frac{206}{3,60} = 57,2 \text{ MPa.}$$

Keyingi hisob-kitoblarni yuqoridagi munosabatning kichik qiymatdagisi, ya'ni tishli g'ildirak uchun davom ettiramiz.

Y_β va $K_{F\alpha}$ koefitsiyentlarni aniqlaymiz (46 va 47 betlar [4]):

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta^\circ}{140} = 1 - \frac{16^\circ 26'}{140} = 1 - 0,12 = 0,88;$$

$$K_{F\alpha} = \frac{4 + (\varepsilon_\alpha - 1)(n - 5)}{4\varepsilon_\alpha} = \frac{4 + (1,5 - 1) \cdot (8 - 5)}{4 \cdot 1,5} = \frac{5,5}{6} = 0,92$$

bu yerda: ε_α - yonlama qoplanish koefitsiyenti, $\varepsilon_\alpha = 1,5$; n-tishli g'ildirak aniqlik darajasi, n=8.

Tishli g'ildirak tishining mustahkamligini tekshiramiz:

$$\sigma_{F2} = \frac{F_{t1} K_F Y_{F2} Y_\beta K_{F\alpha}}{b_2 m_n} \leq [\sigma_{F2}];$$

$$\sigma_{F2} = \frac{1570 \cdot 1,46 \cdot 3,60 \cdot 0,88 \cdot 0,92}{50 \cdot 2} = 66,8 \text{ MPa} < [\sigma_{F2}] = 206 \text{ MPa.}$$

Mustahkamlik sharti bajarilmoqda.

II.2.3. Reduktor vallarining dastlabki hisobi

Kamaytirilgan ruxsat etilgan kuchlanish bo'yicha buralishga dastlabki hisobni o'tkazamiz. Bunda vallarning, shesternya, tishli g'ildirak va podshipnik osti diametrlarini aniqlab eskizini chizamiz.

1. Buralishga ruxsat etilgan kuchlanish qiymati $[\tau_{\delta}] = 25$ MPa bo'lganda yetaklovchi valning eng kichik diametri quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$d_{v1} = \sqrt[3]{\frac{16T_1}{\pi[\tau_{\delta}]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 39,25 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 25}} = \sqrt[3]{\frac{628 \cdot 10^3}{78,5}} = 20 \text{ mm.}$$

Val diametrini quyidagicha qabul qilamiz: $d_{v1} = d_{dv} = 38$ mm; tanlangan dvigatel valining diametri $d_{dv} = 38$ mm (P2 [4]).

Podshipnik osti bo'ynining diametri $d_{n1} = 45$ mm. Shesternya val bilan birgalikda tayyorlangan (II.8-rasm).

2. Buralishga ruxsat etilgan kuchlanish qiymati $[\tau_{\delta}] = 15$ MPa bo'yicha oraliq valning xavfli kesimi diametrini (shesternya osti diametri) aniqlaymiz:

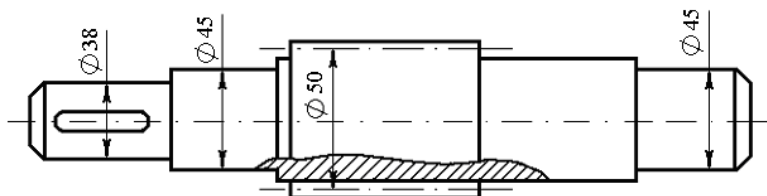
$$d_{k3} = \sqrt[3]{\frac{16T_2}{\pi[\tau_{\delta}]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 152,27 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 15}} = \sqrt[3]{\frac{2436,32 \cdot 10^3}{47,1}} = 37,3 \text{ mm.}$$

Shesternya osti diametrini $d_{k3} = 40$ mm, tishli g'ildirak osti diametrini ham $d_{k2} = 40$ mm deb; podshipnik osti bo'ynining diametrini $d_{n2} = 35$ mm; bo'rtiq diametri $d_{\delta 2} = 45$ mm deb qabul qilamiz (II.9 -rasm).

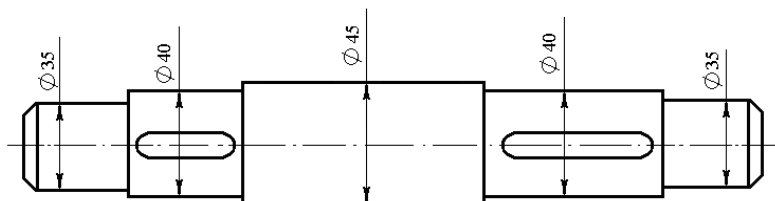
3. Buralishga ruxsat etilgan kuchlanish qiymati $[\tau_{\delta}] = 25$ MPa bo'lganda yetaklanuvchi valning chiqish diametrini aniqlaymiz:

$$d_{v3} = \sqrt[3]{\frac{16T_3}{\pi[\tau_{\delta}]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 524,76 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 25}} = \sqrt[3]{\frac{8396,16 \cdot 10^3}{78,5}} = 47,5 \text{ mm.}$$

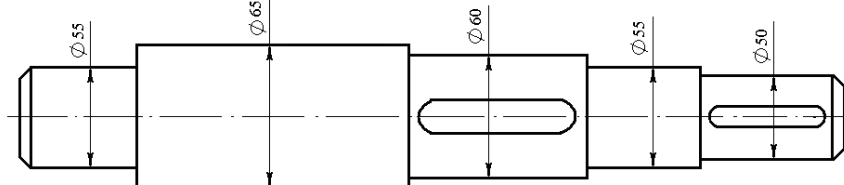
Val diametrini $d_{v3} = 50$ mm, podshipnik osti bo'ynining diametrini $d_{n3} = 55$ mm va tishli g'ildirak osti diametrini $d_{k4} = 60$ mm; bo'rtiq diametri $d_{\delta 3} = 65$ mm deb qabul qilamiz (II.10 -rasm).



II.8-rasm. Yetaklovchi valning eskiz chizmasi.



II.9 - rasm. Oraliq valning eskiz chizmasi



II.10 - rasm. Yetaklanuvchi valning eskiz chizmasi

II.2.4. Shesternyalar va tishli g'ildiraklarning konstruktiv o'lchamlari

Tezyurar pog'ona:

shesternya - $d_1 = 50$ mm, $d_{a1} = 54$ mm, $b_1 = 55$ mm.

tishli g'ildirak - $d_2 = 200$ mm, $d_{a2} = 204$ mm, $b_2 = 50$ mm.

Shesternyani gupchaksiz tayyorlaymiz.

Tishli g'ildirak gupchagining diametri va uzunligi:

$$d_{\text{a} \hat{o} i} = 1,6d_{\hat{e} 2} = 1,6 \cdot 40 = 64 \text{ mm};$$

$$l_{\text{cyn}} = (1,2 \div 1,5)d_{\kappa 2} = (1,2 \div 1,5) \cdot 40 = 48 \div 60 \text{ mm},$$

gupchak uzunligini $l_{\delta\delta i} = 60$ mm deb qabul qilamiz.

Tishli g'ildirak gardishining qalinligi $\delta_0 = (2,5 \div 4)m_n = (2,5 \div 4) \cdot 2 = 5 \div 8$ mm, $\delta_0 = 8$ mm deb qabul qilamiz.

Disk qalinligi $C = 0,3b_2 = 0,3 \cdot 50 = 15$ mm.

Sekinyurar pog'ona:

shesternya - $d_3 = 98$ mm, $d_{a3} = 104$ mm, $b_3 = 95$ mm.

tishli g'ildirak - $d_4 = 350$ mm, $d_{a4} = 356$ mm, $b_4 = 90$ mm.

Shesternyani gupchaksiz tayyorlaymiz.

Tishli g'ildirak gupchagining diametri va uzunligi:

$$d_{zyn} = 1,6d_{\kappa 4} = 1,6 \cdot 60 = 96 \text{ mm};$$

$$l_{zyn} = (1,2 \div 1,5)d_{\kappa 4} = (1,2 \div 1,5) \cdot 60 = 72 \div 90 \text{ mm},$$

gupchak uzunligini $l_{zyn} = 80$ mm deb qabul qilamiz.

Tishli g'ildirak gardishining qalinligi qalinligi $\delta_0 = (2,5 \div 4)m_n = (2,5 \div 4) \cdot 3 = 7,5 \div 12$ mm, $\delta_0 = 12$ mm deb qabul qilamiz.

Disk qalinligi $C = 0,3b_4 = 0,3 \cdot 90 = 27$ mm.

II.2.5. Reduktor korpusining konstruktiv o'lchamlari

Korpus va qopqoqning qalinligi: $\delta = 0,025a_{wcek} + 1 = 0,025 \cdot 224 + 1 = 6,6$ mm, $\delta = 8$ mm deb qabul qilamiz; $\delta_1 = 0,02a_{wcek} + 1 = 0,02 \cdot 224 + 1 = 5,48$ mm, $\delta_1 = 8$ mm deb qabul qilamiz.

Korpus va qopqoq belbog'lari flaneslarining qalinligi:

korpusning yuqori belbog'i va qopqoq belbog'i,

$$b = 1,5\delta = 1,5 \cdot 8 = 12 \text{ mm}; b_1 = 1,5\delta_1 = 1,5 \cdot 8 = 12 \text{ mm};$$

korpusning quyi belbog'i,

$$p = 2,35\delta = 2,35 \cdot 8 = 19 \text{ mm}; p = 20 \text{ mm deb qabul qilamiz.}$$

Boltlar diametri:

poydevor boltlari,

$$d_1 = (0,03 \div 0,036)a_{wn\delta\delta} + 12 = (0,03 \div 0,036) \cdot 224 + 12 = 18,72 \div 20,06 \text{ mm};$$

M 20 rezbali boltni qabul qilamiz;
 podshipnik qopqog'ini korpusga mahkamlovchi boltlar,
 $d_2 = (0,7 \div 0,75)d_1 = (0,7 \div 0,75) \cdot 20 = 14 \div 15$ mm; M16 rezbali boltni qabul qilamiz;
 qopqoqni korpusga biriktiruvchi boltlar,
 $d_3 = (0,5 \div 0,6)d_1 = (0,5 \div 0,6) \cdot 20 = 10 \div 12$ mm; M12 rezbali boltni qabul qilamiz (8-jadval [4]).

II.2.6. Reduktorning birinchi komponovkasi

Komponovka ikki bosqichda olib boriladi. Birinchi bosqich podshipnik tanlash va tayanch reaksiyalarini aniqlashda shesternya va tishli g'ildirakning tayanchlarga nisbatan taxminiy joylashishini aniqlash uchun xizmat qiladi.

Komponovka chizmasini bitta proeksiyada 1:1 masshtabda millimetrovka qog'oziga chizamiz.

Qog'oz markazida gorizontal o'q chiziq chizamiz; keyin uchchala val o'q chiziqlarini markazlararo masofa bo'yicha vertikal holatda chizib olamiz.

Shesternya va tishli g'ildiraklarni sodda qilib, to'rtburchak ko'rinishida chizib olamiz; shesternya val bilan bir butun qilib bajariladi; tishli g'ildirak gupchagi uzunligi gardish eniga teng va to'rtburchak chegarasidan chiqib ketmasligi kerak.

Korpusning ichki devorini chizib olamiz:

a) shesternya yoni va korpusning ichki devori orasidagi oraliqni $A_1 = 1,2\delta$ deb qabul qilamiz; agar gupchak bo'lsa, oraliq gupchak yonidan olinadi;

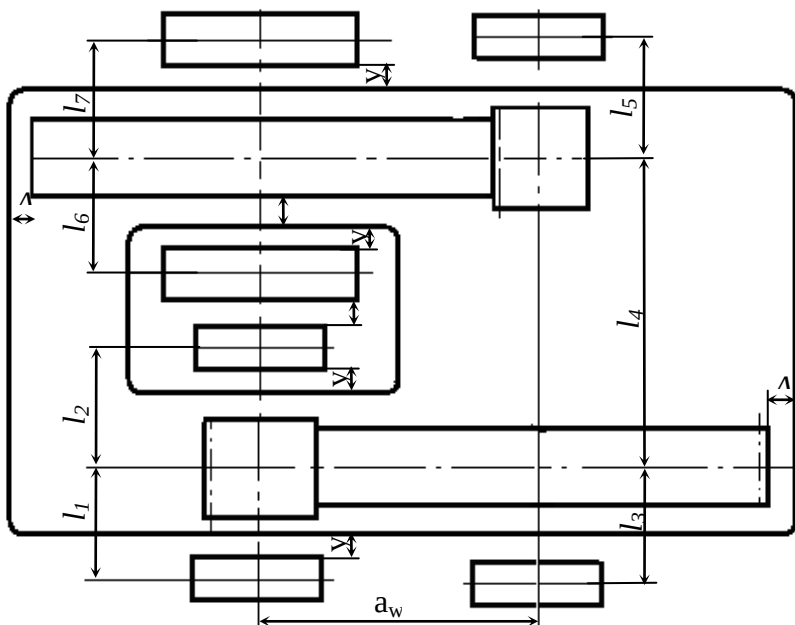
b) tishli g'ildirak tashqi aylanasi diametridan korpus ichki devorigacha bo'lgan oraliqni $A = \delta$ deb qabul qilamiz;

d) yetakchi val podshipnigi tashqi halqasi va korpusning ichki devori orasidagi oraliqni $A = \delta$ deb qabul qilamiz; agar shesternya tashqi aylanasi diametri podshipnik tashqi diametridan katta bo'lsa, A oraliq shesternyadan boshlab olinadi.

Yetaklovchi va yetaklanuvchi vallar uchun oʻrta seriyali radial zoʻldirli podshikniklar va oraliq val uchun oʻrta seriyali qisqa silindrik rolikli podshipniklarni tanlab olamiz.

t/r	Val	Podshipnikning shartli belgilanishi	d	D	B	Yuk koʻtaruvchanligi	
			Oʻlchamlari, mm			C, kN	C ₀ , kN
1	Yetakchi val	309	45	100	25	52,7	30,0
2	Oraliq val	32304A	35	80	21	64,4	35,0
3	Yetaklanuvchi val	315	55	120	29	71,5	41,5

Ushbu komponovka (II.11-rasm)dan kerakli oʻlchamlarni oʻlchab olamiz.



II.11 - rasm. Reduktorning birinchi komponovkasi

II.2.7. Podshipniklarning umrboqiyiligini tekshirish

Yetaklovchi val (II.12-rasm). Yuqoridagi hisob-kitoblardan quyidagilar ma'lum: $F_{r1} = 324,7 \text{ N}$; $F_{a1} = 167,7 \text{ N}$; $F_{t1} = 876,1 \text{ N}$; $d_1 = 45 \text{ mm}$; $l_1 = 64 \text{ mm}$; $l_2 = 64 \text{ mm}$.

$$M = F_{t1} \cdot \frac{d_1}{2} = 167,7 \cdot \frac{45}{2} = 3773,25$$

Tayanchlardagi reaksiya kuchlarini aniqlaymiz:

vertikal, "V" tekisligida,

$$\sum M_a = 0; \quad F_r \cdot l_1 + M - B_v(l_1 + l_2) = 0$$

$$B_v = \frac{1}{l_1 + l_2} (F_r l_1 + M) = \frac{1}{64 + 64} (324,7 \cdot 64 + 3773,25) = 191,83 \text{ N};$$

$$\sum M_b = 0; \quad A_v(l_1 + l_2) + M - F_r \cdot l_2 = 0$$

$$A_v = \frac{1}{l_1 + l_2} (M - F_r \cdot l_2) = \frac{1}{64 + 64} (3773,25 - 324,7 \cdot 64) = 132,87 \text{ H};$$

$$\text{Tekshiruv: } \sum Y = 0; \quad A_v + B_v - F_r = 0$$

$$\rightarrow 132,87 + 191,83 - 324,7 = 0$$

"H"- gorizontal tekislikda,

$$\sum M_a = 0; \quad F_t \cdot l_1 - B_H(l_1 + l_2) = 0$$

$$B_H = \frac{F_t l_1}{l_1 + l_2} = \frac{876,1 \cdot 64}{64 + 64} = 438,05 \text{ H};$$

$$\sum M_b = 0; \quad A_H(l_1 + l_2) - F_t \cdot l_2 = 0$$

$$A_H = \frac{F_t l_2}{l_1 + l_2} = \frac{876,1 \cdot 64}{64 + 64} = 438,05 \text{ H};$$

$$\text{Tekshiruv: } \sum Y = 0; \quad A_H + B_H - F_t = 0$$

$$\rightarrow 438,05 + 438,05 - 876,1 = 0$$

Natijaviy reaksiya kuchlari:

$$B = \sqrt{B_V^2 + B_H^2} = \sqrt{191,83^2 + 438,05^2} = \sqrt{36798,75 + 191887,8} = 478,2$$

$$A = \sqrt{A_V^2 + A_H^2} = \sqrt{132,87^2 + 438,05^2} = \sqrt{17654,43 + 191887,8} = 5049,37 \text{ N};$$

Demak, birinchi tayanchdagi podshipnik ko'proq yuklangani uchun ushbu podshipnikni umrboqiylikka hisoblaymiz.

Podshipnik:

-Shartli belgisi №309,

gabarit o'lchamlari: $d = 45 \text{ mm}$; $D = 100 \text{ mm}$; $B = 25 \text{ mm}$;

Yuk ko'taruvchanligi:

- statikaviy $C = 52,7 \text{ kN}$;

- dinamikaviy $C_0 = 30,0 \text{ kN}$.

Ekvivalent yuklama:

$$R_{ekv} = (XVF_{r1} + YF_{a1})K_X K_T,$$

bu yerda: $F_{r1} = 324,7 \text{ N}$ -radial yuklama; $F_{a1} = 167,7 \text{ N}$ – bo'ylama yuklama; V-podshipnik ichki va tashqi halqasining aylanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent, ichki halqa aylanganda $V=1$, tashqi halqa aylanganda $V = 1,2$ olinadi, ushbu holatda $V = 1$, ya'ni podshipnik ichki halqasi aylanadi; $K_X = 1$ - lentali konveyer yuritmasi uchun havfsizlik koeffitsiyenti; $K_T = 1$ -harorat koeffitsiyenti.

$$\text{Munosabat } \frac{F_{a1}}{C_0} = \frac{167,7}{30000} = 0,0056; \text{ bu qiymat 9.18-jadval[4]}$$

bo'yicha $e = 0,19$ ga mos keladi.

$$\text{Munosabat } \frac{F_{a1}}{F_{r1}} = \frac{167,7}{324,7} = 0,576 > e = 0,19; X=0,56 \text{ ba } Y=2,30$$

Ekvivalent yuklama:

$$R_{ekv} = (XVF_{r1} + YF_{a1})K_X K_T = (0,56 \cdot 1 \cdot 324,7 + 2,3 \cdot 167,7) \cdot 1 \cdot 1 = 567,54 \text{ N};$$

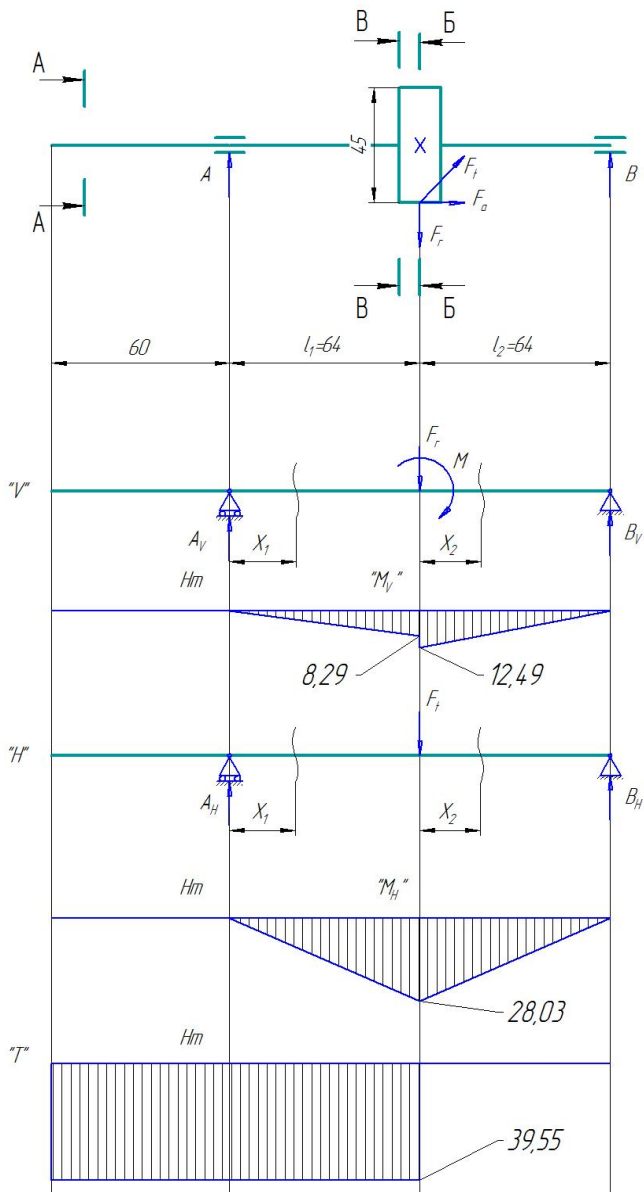
Hisobiy umrboqiylik, million ayl.

$$L = \left(\frac{C}{R_{ekv}} \right)^3 = \left(\frac{52,7 \cdot 10^3}{567,54} \right)^3 \approx 92,85 \text{ mln.ayl}$$

Hisobiy umrboqiylik, soat.

$$L_h = \frac{L \cdot 10^6}{60 \cdot n_1} = \frac{92,85 \cdot 10^6}{60 \cdot 1444} = 1071,7$$

Bu miqdor yetakchi val podshipniklarini har 1000 soatda almashtirib turish lozimligini ko'rsatadi



II.12-rasm. Etaklovchi val hisobiy sxemasi.

Eguvchi momentlarni aniqlaymiz va epyuralarini quramiz:
Vertikal “V”- tekislikda:

$$I \text{ uchastka } 0 \leq X_1 \leq l_1 = 64$$

$$M_{x1} = A_V \cdot X_1 ;$$

$$M_{x1=0} = 0 ;$$

$$M_{x1=l_1} = A_V \cdot l_1 = 129,6 \cdot 64 = 8294,4 .$$

$$II \text{ uchastka } 0 \leq X_2 \leq l_2 = 64$$

$$M_{x2} = A_V \cdot (l_1 + X_2) - F_r \cdot X_2 + M ;$$

$$M_{x2=0} = A_V \cdot l_1 + M = 129,6 \cdot 64 + 4192,5 = 12486,9 ;$$

$$M_{x2=l_2} = A_V \cdot (l_1 + l_2) - F_r \cdot l_2 + M = 129,6(64 + 64)$$

$$- 324,7 \cdot 64 + 4192,5 = 0$$

Gorizontal “H” – tekislikda:

$$I \text{ uchastka } 0 \leq X_1 \leq l_1 = 64$$

$$M_{x1} = A_H \cdot X_1 ;$$

$$M_{x1=0} = 0 ;$$

$$M_{x1=l_1} = A_H \cdot l_1 = 438,05 \cdot 64 = 28035,2 .$$

$$II \text{ uchastka } 0 \leq X_2 \leq l_2 = 64$$

$$M_{x2} = A_H \cdot (l_1 + X_2) - F_t \cdot X_2 ;$$

$$M_{x2=0} = A_H \cdot (l_1 + X_2) = 438,05 \cdot 64 = 28035,2 ;$$

$$M_{x2=l_2} = A_H \cdot (l_1 + l_2) - F_t \cdot l_2 = 438,05(64 + 64) - 876,1 \cdot 64 = 0$$

“T” –burovchi moment epyurasi:

$$T_1 = 9550 \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{5,98}{1444} = 39,55 \text{ Hm}.$$

Oraliq val (II.13-rasm). yuqoridagi hisob-kitoblardan quyidagilar ma‘lum: $F_{r1} = 324,7 \text{ H}$; $F_{a1} = 876,1 \text{ H}$; $F_{t1} = 167,7 \text{ H}$; $F_{r2} = 1157 \text{ H}$; $F_{a2} = 667,2 \text{ H}$; $F_{t2} = 3107,55 \text{ H}$; $d_2 = 358,4 \text{ mm}$; $d_3 = 98 \text{ mm}$; $l_3 = 64 \text{ mm}$; $l_4 = 128 \text{ mm}$; $l_5 = 64 \text{ mm}$;

$$M_1 = F_{a1} \cdot \frac{d_2}{2} = 167,7 \cdot \frac{358,4}{2} = 30051,84$$

$$M_2 = F_{a2} \cdot \frac{d_3}{2} = 607,2 \cdot \frac{98}{2} = 32692,8$$

Tayanchlardagi reaksiya kuchlarini aniqlaymiz:

Vertical “V”- tekislikda:

$$\sum M_b = 0; \quad A_V(l_3 + l_4 + l_5) - F_{r1}(l_4 + l_5) + M_1 - M_2 - F_{r2} \cdot l_5 = 0$$

$$\begin{aligned} A_V &= \frac{1}{(l_3 + l_4 + l_5)} (F_{r1}(l_4 + l_5) - M_1 + M_2 + F_{r2} \cdot l_5) = \\ &= \frac{1}{(l_3 + l_4 + l_5)} (324,7(128 + 64) - 30051,84 + 32692,8 + 1157 \cdot 64) = \\ &= 543,1 H; \\ \sum M_a &= 0; \\ F_{r1} \cdot l_1 + M_1 - M_2 + F_{r1}(l_3 + l_4) - B_V(l_3 + l_4 + l_5) &= 0 \\ B_V &= \frac{1}{(l_3 + l_4 + l_5)} (F_{r1} \cdot l_3 + M_1 - M_2 + F_{r2}(l_3 + l_4)) = \\ &= \frac{1}{(64 + 128 + 64)} (324,7 \cdot 64 + 30051,84 - 32692,8 + 1157(64 + 128)) = \\ &= 938,61 N; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekshiruv: } \sum Y &= 0; \quad A_V - F_{r1} - F_{r2} + B_V = 0 \\ &\rightarrow 543,1 - 324,7 - 1157 + 938,61 = 0 \end{aligned}$$

Gorizonttal “H”- tekislikda:

$$\begin{aligned} \sum M_b &= 0; \quad A_H(l_3 + l_4 + l_5) + F_{t1}(l_4 + l_5) - F_{t2} \cdot l_5 = 0 \\ A_H &= \frac{1}{(l_3 + l_4 + l_5)} (F_{t1}(l_4 + l_5) - F_{t2} \cdot l_5) = \\ &= \frac{1}{(64 + 128 + 64)} (876,1(128 + 64) - 3107,55 \cdot 64) = 119,81 H; \\ \sum M_a &= 0; \quad -F_{t1} \cdot l_3 + F_{t2}(l_3 + l_4) - B_H(l_3 + l_4 + l_5) = 0 \end{aligned}$$

$$B_H = \frac{1}{(l_3 + l_4 + l_5)}(-F_{t1} \cdot l_3 + F_{t2}(l_3 + l_4)) =$$

$$= \frac{1}{(64 + 128 + 64)}(-876,1 \cdot 64 + 3107,55(64 + 128)) = 2111,64 \text{ H};$$

$$\text{Tekshiruv: } \sum Y = 0; \quad A_H + F_{t1} - F_{t2} + B_H = 0$$

$$\rightarrow 119,81 + 876,1 - 3107,55 + 2111,64 = 0$$

Natijaviy reaksiya kuchlari:

$$A = \sqrt{A_V^2 + A_H^2} = \sqrt{119,81^2 + 543,1^2} = 556,16 \text{ N};$$

$$B = \sqrt{B_V^2 + B_H^2} = \sqrt{2111,64^2 + 938,61^2} = 2310,85 \text{ N}.$$

Demak, ikkinchi tayanchdagi podshipnik ko'proq yuklangan. Shuning uchun uning umrboqiyiligini teksiramiz:

Podshipnikng ko'rsatkichlari:

- Shartli belgisi №32307A- qisqa silindrik rolikli radial, d=35 mm; D=80 mm; B=21 mm; C=64,4 kN; C₀=35,0 kN.

Ekvivalent yuklama:

$$R_{ekv} = F_{r1} \cdot V \cdot K_X \cdot K_T = B \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2310,85 \text{ N};$$

Hisobiy umrboqiylik, million aylanishlarda:

$$L = \left(\frac{C}{R_{ekv}} \right)^3 = \left(\frac{64,4 \cdot 10^3}{2310,85} \right)^3 = 1,366 \text{ mln.ayl.}$$

Hisobiy umrboqiylik, soatlarda:

$$L_h = \frac{L \cdot 10^6}{60 \cdot n_1} = \frac{1,366 \cdot 10^6}{60 \cdot 363,75} = 62,59 \text{ soat}$$

221-bet [4] dagi tavsiyaga asosan:

R_{ekv} aniqlangach, yuklanishi kattaroq bo'lgan tayanchdagi podshipnikning dinamikaviy yuk ko'taruvchanligini jadval 9,25 [4] dan L_h ning qiymatini podshipnik aylanislari chastotasi n ga bog'liq tarzda tanlanadi..

Tishli reduktorlarga ГОСТ 16162-85 bo'yicha L_{h min} =10000 soat belgilangani uchun n =363,75 da jadval 9,25 [4] bo'yicha

$$\frac{C}{R_{ekv}} = 5,0 \text{ bo'ladi. Bundan } C_{his} = R_{ekv} \cdot 5 = 2310,85 \cdot 5 = 11554,25 N.$$

32307A belgili podshipnik uchun $[C]=64400N$ ekanini e'tiborga olsak, $C_{his} < [C]$ shart bajarilishini va podshipnikni har 10000 soatda almashtirib turilishi kerakligini aniqlaymiz.

Oraliq val epyuralarini qurish.

“V”- vertical tekislikda:

$$I \text{ uchastka } 0 \leq X_1 \leq l_3 = 64$$

$$M_{x1} = A_V \cdot X_1 ;$$

$$M_{x1=0} = 0 ;$$

$$M_{x1=l_3} = A_V \cdot l_3 = 531,1 \cdot 64 = 33990,4.$$

$$II \text{ uchastka } 0 \leq X_2 \leq l_4 = 128$$

$$M_{x2} = A_V \cdot (l_3 + X_2) + M - F_{r1} \cdot X_2 ;$$

$$M_{x2=0} = A_V \cdot l_3 + M = 531,1 \cdot 64 + 30051,8 = 64042,2 ;$$

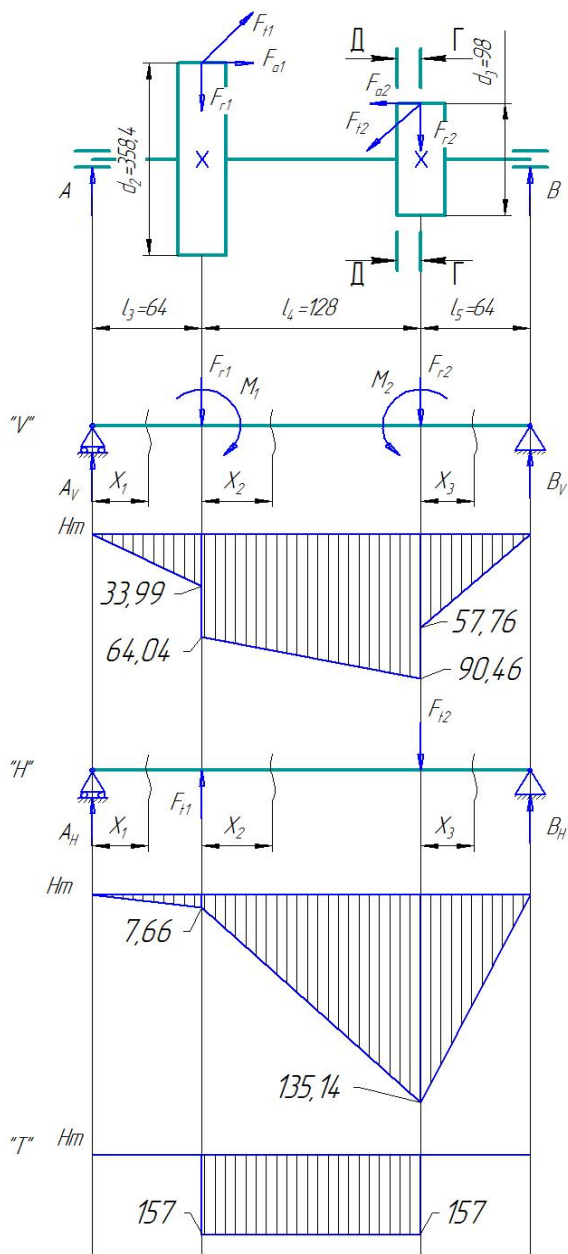
$$\begin{aligned} M_{x2=l_4} &= A_V \cdot (l_3 + l_4) + M - F_{r1} \cdot l_4 = \\ &= 531,1(64 + 128) + 30051,8 - 324,7 \cdot 128 = 900461,4 \end{aligned}$$

$$III \text{ uchastka } 0 \leq X_3 \leq l_5 = 64$$

$$M_{x3} = A_V \cdot (l_3 + l_4 + X_3) + M_1 - F_{r1}(l_4 + X_3) - M_2 - F_{r2} \cdot X_3 ;$$

$$\begin{aligned} M_{x3=0} &= A_V \cdot (l_3 + l_4) + M_1 - F_{r1} \cdot l_4 - M_2 = \\ &= 531,1(64 + 128) + 30051,8 - 324,7 \cdot 128 - 32692,8 = 57768,6 ; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x3=l_5} &= A_V \cdot (l_3 + l_4 + l_5) + M_1 - F_{r1}(l_4 + l_5) - M_2 - F_{r2} \cdot l_5 = \\ &= 531,1(64 + 128 + 64) + 30051,8 - 324,7(128 + 64) - \\ &\quad - 32692,8 - 1157 \cdot 64 = 0. \end{aligned}$$



II.13- rasm. Oraliq valning hisoblash sxemasi.

“H”- gorizontal tekislikda:

$$I \text{ uchastka } 0 \leq X_1 \leq l_3 = 64$$

$$M_{x1} = A_H \cdot X_1 ;$$

$$M_{x1=0} = 0 ;$$

$$M_{x1=l_3} = A_H \cdot l_3 = 119,81 \cdot 64 = 7667,84.$$

$$II \text{ uchastka } 0 \leq X_2 \leq l_4 = 128$$

$$M_{x2} = A_H \cdot (l_3 + X_2) + F_{t1} \cdot X_2 ;$$

$$M_{x2=0} = A_H \cdot l_4 = 119,81 \cdot 64 = 7667,84 ;$$

$$M_{x2=l_4} = A_H \cdot (l_3 + l_4) + F_{t1} \cdot l_4 = 119,81(64 + 128) - \\ - 876,1 \cdot 128 = 135144,32$$

$$III \text{ uchastka } 0 \leq X_3 \leq l_5 = 64$$

$$M_{x3} = A_H \cdot (l_3 + l_4 + X_3) + F_{t1}(l_4 + X_3) - F_{t2} \cdot X_3 ;$$

$$M_{x3=0} = A_H \cdot (l_3 + l_4) + F_{t1} \cdot l_4 = 119,81(64 + 128) + 876,1 \cdot 128 = 135144,32 ;$$

$$M_{x3=l_5} = A_H \cdot (l_3 + l_4 + l_5) + F_{t1}(l_4 + l_5) - F_{t2} \cdot l_4 = \\ = 119,81(64 + 128 + 64) - 876,1(128 + 64) - 3107,55 \cdot 64 = 0.$$

“T”- burovchi moment epyurasi :

$$T_2 = F_{t1} \frac{d_2}{2} = 876,1 \cdot \frac{358,4}{2} = 156997 \approx 157 H_M.$$

Etaklanuvchi val (II.14-rasm). Yuqoridagi hisoblashlardan quyidagilar ma‘lum: $F_{r2} = 3987 \text{ H}$; $F_{a2} = 2299 \text{ H}$; $F_{t2} = 10709 \text{ H}$;
 $d_4 = 350 \text{ mm}$; $l_6 = 64 \text{ mm}$; $l_7 = 64 \text{ mm}$;

$$M = F_{a2} \cdot \frac{d_4}{2} = 2299 \cdot \frac{350}{2} = 402325 \text{ Nmm}.$$

Tayanchlardagi reaksiya kuchlarini aniqlaymiz.

“V”- Vertikal tekislikda:

$$\sum M_b = 0; \quad A_v(l_6 + l_7) - M - F_{r2} \cdot l_7 = 0$$

$$A_v = \frac{1}{l_6 + l_7} (M + F_{r2} l_7) = \frac{1}{64 + 64} (402325 + 3987 \cdot 64) = 5136,66 \text{ N};$$

$$\sum M_a = 0; \quad -M + F_{r2} \cdot l_6 - B_V(l_6 + l_7) = 0$$

$$B_V = \frac{1}{l_6 + l_7} (F_{r2} \cdot l_6 - M) = \frac{1}{64 + 64} (3987 \cdot 64 - 402325) = -1149,66$$

N;

$$\text{Tekshiruv: } \sum Y = 0; \quad A_V + B_V - F_{r2} = 0$$

$$\rightarrow 5136,66 - 1149,66 - 3987 = 0$$

“H”- gorizontal tekislikda:

$$\sum M_b = 0; \quad A_H(l_6 + l_7) - F_{t2} \cdot l_7 = 0$$

$$A_H = \frac{F_{t2} \cdot l_7}{(l_6 + l_7)} = \frac{10709 \cdot 64}{64 + 64} = 5354,5 \text{ N};$$

$$\sum M_a = 0; \quad F_{t2} \cdot l_6 - B_H(l_6 + l_7) = 0$$

$$B_H = \frac{F_{t2} \cdot l_6}{(l_6 + l_7)} = \frac{10709 \cdot 64}{64 + 64} = 5354,5 \text{ N};$$

$$\text{Tekshiruv: } \sum Y = 0; \quad A_H + B_H - F_{t2} = 0$$

$$\rightarrow 5354,5 + 5354,5 - 10709 = 0$$

Natijaviy reaksiya kuchlari:

$$A = \sqrt{A_V^2 + A_H^2} = \sqrt{5354,5^2 + 5136,66^2} =$$

$$\sqrt{28670670 + 26385317} = \sqrt{55055987} \approx 7420 \text{ N};$$

$$B = \sqrt{B_V^2 + B_H^2} = \sqrt{5354,5^2 + (-1149,66)^2} =$$

$$= \sqrt{28670670 + 1321727,3} = \sqrt{29992397} = 5476,53 \text{ N};$$

“A” tayanchdagi podshipnik ko‘proq yuklangani uchun ushbu podshipnik umrboqiyiligini tekshiramiz:

Podshipnikning ko‘rsatkichlari:

- Shartli belgisi №315,

- Gabarit o‘lchamlari:

d=75 mm; D=120 mm; B=29 mm;

Yuk ko‘taruvchanligi:

- statikaviy C= 71.5 kN;

- dinamikaviy C₀= 41.5 kN.

Ekvivalent yuklama:

$$R_{ekv} = (XVF_r + YF_a)K_X K_T,$$

bunda: $F_{r2}=3987$ N-радиал, $F_{a2} = 2299$ N- bo‘ylama yuklama; $V=1$ – podshipnikning ichki halqasi aylanadi. $K_X=1$ - lentali konveyer yuritmasi uchun havfsizlik koeffisiyenti; $K_T=1$ -harorat koeffisiyenti.

Munosabat $\frac{F_{a2}}{C_0} = \frac{2299}{41,5 \cdot 10^3} = 0,0554$; bu qiymatga $e \approx 0,26$ mos keladi.

Munosabat $\frac{F_{a2}}{A} = \frac{2299}{7420} = 0,31 > e = 0,26$; demak $X=0,56$ va $Y=1,71$.

$$R_{ekv} = (0,56 \cdot 1 \cdot 7420 + 1,71 \cdot 2299) \cdot 1 \cdot 1 = 8086,5 \text{ N.}$$

Million aylanishlarda o‘lchangan umrboqiylik:

$$L = \left(\frac{C}{R_{y\acute{e}a}} \right)^3 = \left(\frac{71,5 \cdot 10^3}{8086,5} \right)^3 = (8,842)^3 = 691,25 \text{ mln.ayl.}$$

Soatlarda o‘lchangan umrboqiylik:

$$L_h = \frac{L \cdot 10^6}{60 \cdot n_1} = \frac{691,25 \cdot 10^6}{60 \cdot 102,46} = 112,44 \cdot 10^3 \text{ soat.}$$

Eguvchi momentlarni aniqlaymiz va epyuralarini quramiz:
“V”- vertical tekislikda:

$$I \text{ uchastka } 0 \leq X_1 \leq l_6 = 64$$

$$M_{x1} = A_V \cdot X_1 ;$$

$$M_{x1=0} = 0 ;$$

$$M_{x1=l_6} = A_V \cdot l_6 = 5136,66 \cdot 64 = 328746,5.$$

$$II \text{ uchastka } 0 \leq X_2 \leq l_2 = 64$$

$$M_{x2} = A_V \cdot (l_6 + X_2) - F_{r2} \cdot X_2 - M ;$$

$$M_{x2=0} = A_V \cdot l_6 - M = 5136,66 \cdot 64 - 402325 = 731071,5 ;$$

$$M_{x2=l_7} = A_V \cdot (l_6 + l_7) - F_{r2} \cdot l_7 - M =$$

$$= 5136,66(64 + 64) - 3987 \cdot 64 - 402325 = 0$$

“H” – gorizonta tekislikda:

$$I \text{ uchastka } 0 \leq X_1 \leq l_7 = 64$$

$$M_{x1} = A_H \cdot X_1 ;$$

$$M_{x1=0} = 0 ;$$

$$M_{x1=l_7} = A_H \cdot l_7 = 5354,5 \cdot 64 = 342688 .$$

$$II \text{ uchastka } 0 \leq X_2 \leq l_7 = 64$$

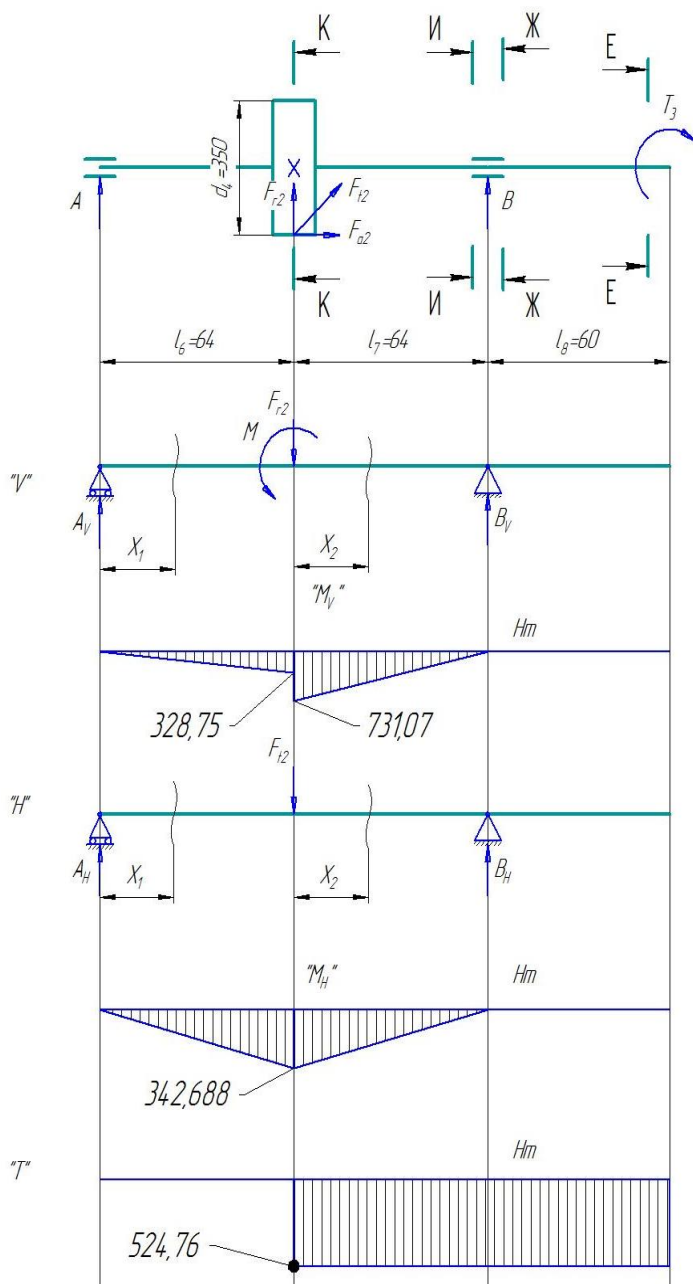
$$M_{x2} = A_H \cdot (l_6 + X_2) - F_{t2} \cdot X_2 ;$$

$$M_{x2=0} = A_H \cdot l_6 = 5354,5 \cdot 64 = 342688 ;$$

$$M_{x2=l_7} = A_H \cdot (l_6 + l_7) - F_{t2} \cdot l_7 = 5354,5(64 + 64) - 10709 \cdot 64 = 0$$

“T” - burovchi moment epyurasi:

$$T_3 = 9550 \frac{P_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{5,63}{102,46} = 524,76 \text{ Hm}$$



II.14-rasm. Etaklanuvchi valning hisoblash sxemasi.

II.2.8. Shponkali birikmalar mustahkamligini tekshirish

Prizmatik shponkalar. Shponka kesimi o'lchamlari o'yiqlari va uzunliklari ГОСТ 23360-78 bo'yicha [4] (8.9-jadval).

Shponkalar materiali-normallashtirilgan po'lat 45.

Ezilish kuchlanishi va mustahkamlik sharti quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi,

$$\sigma_{ez}^{\max} \approx \frac{2T}{d(h-t_1)(l-b)} \leq [\sigma_{ez}].$$

Ezilishga ruxsat etilgan kuchlanish po'lat gupchakda $[\sigma_{ez}] = 100 \div 120$ MPa, cho'yan gupchakda esa $[\sigma_{ez}] = 50 \div 70$ MPa.

Yetaklovchi val: $d = 32$ mm; $b \times h = 10 \times 8$ mm; $t_1 = 5$ mm; shponka uzunligi $l = 70$ mm; yetaklovchi valdagi burovchi moment $T_1 = 29,36 \cdot 10^3$ N·mm;

$$\sigma_{ez} = \frac{2 \cdot 29,36 \cdot 10^3}{32(8-5)(70-10)} = \frac{58720}{2880} = 20,39 \text{ MPa} < [\sigma_{ez}].$$

Oraliq val: shesternya va tishli g'ildirak valga shponka yordamida biriktirilgan. Bunda esa tishli g'ildirak osti shponkasini tekshiramiz: $d = 45$ mm; $b \times h = 14 \times 9$ mm; $t_1 = 5,5$ mm; shponka uzunligi $l = 56$ mm; oraliq valdagi burovchi moment $T_2 = 114,02 \cdot 10^3$ N·mm;

$$\sigma_{ez} = \frac{2 \cdot 114,02 \cdot 10^3}{45(9-5,5)(56-14)} = \frac{228040}{7560} = 34,47 \text{ MPa} < [\sigma_{ez}].$$

Yetaklanuvchi val: ikki shponkadan-tishli g'ildirak osti va muf-ta osti-bulardan ko'proq yuklangani, ya'ni ikkinchisi uchun tekshir-uv o'tkazamiz: $d = 45$ mm; $b \times h = 14 \times 9$ mm; $t_1 = 5,5$ mm; shpon-ka uzunligi $l = 100$ mm; oraliq valdagi burovchi moment $T_2 = 342,8 \cdot 10^3$ N·mm;

$$\sigma_{ez} = \frac{2 \cdot 342,8 \cdot 10^3}{45(9-5,5)(100-14)} = \frac{685600}{13545} = 50,62 \text{ MPa} < [\sigma_{ez}].$$

Barcha holatlarda mustahkamlik sharti bajarilmoqda.

II.2.9. Vallarning aniqlashtirilgan hisobi

Normal kuchlanish egilishdan simmetrik sikl, urinma kuchlanish esa buralishdan pulsatsiyalanuvchi sikl bo'yicha o'zgarayapti deb qabul qilamiz.

Aniqlashtirilgan hisob havftli kesimdagi mustahkamlikning zahira koefitsiyenti s ni aniqlash va ularni ruxsat etilgan qiymat $[s]$ bilan solishtirishdan iborat. $s \geq [s]$ bo'lsa mustahkamlik ta'minlangan hisoblanadi.

Har qaysi valning havftli kesimi uchun hisob-kitob o'tkazamiz.

Yetaklovchi val (II.12-rasm).

Valning materiali shesternyaning materiali kabi (shesternya val bilan birgalikda tayyorlangan) po'lat 45, termik ishlovi-yaxshilangan.

3.3-jadval [4] (yoki 10-betdagi 1-jadval) bo'yicha zagotovkaning diametri 90 mm gacha ($d_{a1} = 49$ mm) bo'lganda mustahkamlikning o'rtacha qiymati $\sigma_B = 780$ MPa.

Egilishning simmetrik siklida mustahkamlik chegarasi,

$$\sigma_{-1} \approx 0,43 \cdot \sigma_B = 0,43 \cdot 780 = 335 \text{ MPa.}$$

Urinma kuchlanishlarning simmetrik siklida mustahkamlik chegarasi,

$$\tau_{-1} \approx 0,58 \cdot \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 335 = 193 \text{ MPa.}$$

A-A kesim. Elektr dvigateldan mufta orqali burovchi momentni uzatishda bu kesimni buralishga hisoblaymiz. Shponka o'yiqli tufayli kuchlanishlar konsentratsiyasi vujudga keladi.

Mustahkamlikning zahira koefitsiyenti,

$$s = s_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau} \tau_v + \psi_\tau \tau_m},$$

bu yerda pulsatsiyalanuvchi (noldan boshlanuvchi) siklning o'rtacha kuchlanish va amplitudasi,

$$\tau_v = \tau_m = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{T_1}{2W_{bnetto}}$$

$d = 32 \text{ mm}$; $b = 10 \text{ mm}$; $t_1 = 5 \text{ mm}$ bo'lganda [4] 8.5-jadval bo'yicha,

$$W_{bnetto} = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 32^3}{16} - \frac{10 \cdot 5 \cdot (32-5)^2}{2 \cdot 32} = 5,88 \cdot 10^3 \text{ mm}^3;$$

$$\tau_o = \tau_m = \frac{29,36 \cdot 10^3}{2 \cdot 5,88 \cdot 10^3} = 2,5 \text{ MPa.}$$

$k_\tau = 1,68$, $\varepsilon_\tau \approx 0,76$ va $\psi_\tau \approx 0,1$ deb qabul qilamiz ([4] 8.5- va 8.8-jadval).

$$s = s_\tau = \frac{193}{\frac{1,68}{0,76} \cdot 2,5 + 0,1 \cdot 2,5} = 33,85.$$

Mustahkamlik zahira koeffitsiyentining bunday katta qiymatga ega bo'lishiga sabab, loyihalash jarayonida valni elektr dvigatel vali bilan mufta orqali ulashda valning diametri kattalashtirilgan.

Shunga ko'ra, Б-Б va B-B kesimlardagi mustahkamlikni tekshirishga hojat yo'q.

Oraliq val (II.13-rasm). Val materiali-po'lat 45, termik ishlovi-normallashtirilgan, $\sigma_B = 570 \text{ MPa}$ ([4] 3.3-jadval).

Mustahkamlik chegaralari: $\sigma_{-1} = 0,43 \cdot \sigma_B = 0,43 \cdot 570 = 246 \text{ MPa}$ va $\tau_{-1} = 0,58 \cdot \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 246 = 142 \text{ MPa}$.

Normal kuchlanish egilishdan simmetrik sikl, urinma kuchlanish esa buralishdan pulsatsiyalanuvchi sikl bo'yicha o'zgarayapti deb qabul qilamiz.

Katta eguvchi moment vujudga keladigan **Γ - Γ kesim** uchun mustahkamlikning zahira koeffitsiyentini aniqlaymiz. Bu kesimda valning diametri 45 mm. Kuchlanishlar konsentratsiyasi shponka o'yiqlikchasi hisobiga hosil bo'ladi.

Eguvchi momentlar:

OY o'qiga nisbatan $M_y = 418,1 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}$;

OX o'qiga nisbatan $M_x = -154,6 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}$.

Natijaviy eguvchi moment:

$$M_{\Gamma-\Gamma} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{(418,1 \cdot 10^3)^2 + (-154,6 \cdot 10^3)^2} = \\ = \sqrt{198708,76 \cdot 10^6} = 445,77 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}.$$

Kesimdagi qarshilik momentlari:

- buralishga qarshilik momenti,

$$W_{bnetto} = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 45^3}{16} - \frac{14 \cdot 5,5 \cdot (45-5,5)^2}{2 \cdot 45} = 16,55 \cdot 10^3 \text{ Nmm};$$

bu yerda: $d = 45 \text{ mm}$; $b = 14 \text{ mm}$; $t_1 = 5,5 \text{ mm}$.

- egilishga qarshilik momenti,

$$W_{netto} = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 45^3}{32} - \frac{14 \cdot 5,5 \cdot (45-5,5)^2}{2 \cdot 45} = 7,61 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}.$$

Urinma kuchlanish sikli amplitudasi va o'rtacha kuchlanishi,

$$\tau_v = \tau_m = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{T_2}{2W_{bnetto}} = \frac{114,02 \cdot 10^3}{2 \cdot 16,55 \cdot 10^3} = 3,44 \text{ MPa}.$$

Egilish kuchlanishining nominal amplitudasi,

$$\sigma_v = \sigma_{\max} = \frac{M_{\Gamma-\Gamma}}{W_{netto}} = \frac{445,77 \cdot 10^3}{7,61 \cdot 10^3} = 58,58 \text{ MPa}; \sigma_m = 0.$$

Normal kuchlanish bo'yicha mustahkamlik zahirasining koef-fitsiyenti,

$$s_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_v + \psi_{\sigma} \sigma_m} = \frac{246}{\frac{1,59}{0,84} \cdot 58,58} = \frac{246}{110,88} = 2,22.$$

bu yerda: $k_{\sigma} = 1,59$; $k_{\tau} = 1,49$; $\varepsilon_{\sigma} = 0,84$; $\varepsilon_{\tau} = 0,72$ ([4] 8.5 va 8.8-jadvallar); $\psi_{\sigma} \approx 0,15$; $\psi_{\tau} \approx 0,1$ ([4] 163 va 166 betlar).

Urinma kuchlanish bo'yicha mustahkamlik zahirasi koef-fitsiyenti,

$$s_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_v + \psi_{\tau} \tau_m} = \frac{142}{\frac{1,49}{0,72} \cdot 3,44 + 0,1 \cdot 3,44} = \frac{142}{7,46} = 19,03.$$

Γ - Γ kesim uchun mustahkamlikning natijaviy zahira koef-fitsiyenti,

$$s = \frac{s_\sigma s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} = \frac{2,22 \cdot 19,03}{\sqrt{2,22^2 + 19,03^2}} = \frac{42,25}{19,16} = 2,2.$$

II-II kesim. Bu kesimda valning diametri 45 mm. Kuchlanishlar konsentratsiyasi shesternyani presslash hisobiga hosil bo'ladi.

Eguvchi momentlar:

OY o'qiga nisbatan $M_y = 418,1 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}$;

OX o'qiga nisbatan $M_x = 230,7 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}$.

Natijaviy eguvchi moment:

$$\begin{aligned} M_{II-II} &= \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{(418,1 \cdot 10^3)^2 + (230,7 \cdot 10^3)^2} = \\ &= \sqrt{228030,1 \cdot 10^6} = 477,52 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}. \end{aligned}$$

Kesimdagi qarshilik momentlari:

- buralishga qarshilik momenti,

$$W_{bnetto} = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 45^3}{16} - \frac{14 \cdot 5,5 \cdot (45-5,5)^2}{2 \cdot 45} = 16,55 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm};$$

bu yerda: $d = 45 \text{ mm}$; $b = 14 \text{ mm}$; $t_1 = 5,5 \text{ mm}$.

- egilishga qarshilik momenti,

$$W_{netto} = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 45^3}{32} - \frac{14 \cdot 5,5 \cdot (45-5,5)^2}{2 \cdot 45} = 7,61 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}.$$

Urinma kuchlanish sikli amplitudasi va o'rtacha kuchlanishi,

$$\tau_v = \tau_m = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{T_2}{2W_{bnetto}} = \frac{114,02 \cdot 10^3}{2 \cdot 16,55 \cdot 10^3} = 3,44 \text{ MPa}.$$

Egilish kuchlanishining nominal amplitudasi,

$$\sigma_v = \sigma_{\max} = \frac{M_{II-II}}{W_{netto}} = \frac{477,52 \cdot 10^3}{7,61 \cdot 10^3} = 62,75 \text{ MPa}; \sigma_m = 0.$$

Normal kuchlanish bo'yicha mustahkamlik zahirasi koefitsiyenti,

$$s_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \sigma_v + \psi_\sigma \sigma_m} = \frac{246}{\frac{1,59}{0,84} \cdot 62,75} = \frac{246}{118,78} = 2,1.$$

bu yerda: $k_\sigma = 1,59$; $k_\tau = 1,49$; $\varepsilon_\sigma = 0,84$; $\varepsilon_\tau = 0,72$ ([4] 8.5 va 8.8-jadvallar); $\psi_\sigma \approx 0,15$; $\psi_\tau \approx 0,1$ ([4] 163 va 166 betlar).

Urinma kuchlanish bo'yicha mustahkamlik zahirasiining koef-fitsiyenti,

$$s_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau} \tau_v + \psi_\tau \tau_m} = \frac{142}{\frac{1,49}{0,72} \cdot 3,44 + 0,1 \cdot 3,44} = \frac{142}{7,46} = 19,03.$$

B-B kesim uchun mustahkamlik zahirasiining natijaviy koefitsiyenti,

$$s = \frac{s_\sigma s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} = \frac{2,1 \cdot 19,03}{\sqrt{2,1^2 + 19,03^2}} = \frac{39,96}{19,15} = 2,1.$$

Yetaklanuvchi val (II.14-rasm). Val materiali-po'lat 45, termik ishlovi-normallashtirilgan, $\sigma_B = 570$ MPa ([4] 3.3-jadval).

Mustahkamlik chegaralari: $\sigma_{-1} = 0,43 \cdot \sigma_B = 0,43 \cdot 570 = 246$ MPa va $\tau_{-1} = 0,58 \cdot \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 246 = 142$ MPa.

K-K kesim uchun mustahkamlik zahirasiining koefitsiyentini aniqlaymiz. Bu kesimda valning diametri 55 mm. Kuchlanishlar konsentratsiyasi shponka o'yiqlichasi hisobiga hosil bo'ladi.

Eguvchi momentlar:

OY o'qiga nisbatan $M_y = -460,2 \cdot 10^3$ N·mm;

OX o'qiga nisbatan $M_x = 98,5 \cdot 10^3$ N·mm.

Natijaviy eguvchi moment:

$$\begin{aligned} M_{K-K} &= \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{(98,5 \cdot 10^3)^2 + (-460,2 \cdot 10^3)^2} = \\ &= \sqrt{221486,29 \cdot 10^6} = 470,62 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}. \end{aligned}$$

Kesimdagi qarshilik momentlari:

buralishga qarshilik momenti,

$$W_{bnetto} = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{b t_1 (d - t_1)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 55^3}{16} - \frac{16 \cdot 6,0 \cdot (55 - 6,0)^2}{2 \cdot 55} = 30,56 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm};$$

bu yerda: $d = 55$ mm; $b = 16$ mm; $t_1 = 6,0$ mm.

egilishga qarshilik momenti,

$$W_{netto} = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{bt_1(d-t_1)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 55^3}{32} - \frac{16 \cdot 6,0 \cdot (55-6,0)^2}{2 \cdot 55} = 14,23 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}.$$

Urinma kuchlanish sikli amplitudasi va oʻrtacha kuchlanishi,

$$\tau_v = \tau_m = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{T_3}{2W_{bnetto}} = \frac{342,8 \cdot 10^3}{2 \cdot 30,56 \cdot 10^3} = 5,61 \text{ MPa}.$$

Egilish kuchlanishining nominal amplitudasi,

$$\sigma_v = \sigma_{\max} = \frac{M_{K-K}}{W_{netto}} = \frac{470,62 \cdot 10^3}{14,23 \cdot 10^3} = 33,07 \text{ MPa}; \sigma_{\delta} = 0.$$

Normal kuchlanish boʻyicha mustahkamlik zahirasiining koef-fitsiyenti,

$$s_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_v + \psi_{\sigma} \sigma_m} = \frac{246}{\frac{1,59}{0,84} \cdot 33,07} = \frac{246}{62,6} = 3,93.$$

bu yerda: $k_{\sigma} = 1,59$; $k_{\tau} = 1,49$; $\varepsilon_{\sigma} = 0,84$; $\varepsilon_{\tau} = 0,72$ ([4] 8.5 va 8.8-jadvallar); $\psi_{\sigma} \approx 0,15$; $\psi_{\tau} \approx 0,1$ ([4] 163 va 166 betlar).

Urinma kuchlanish boʻyicha mustahkamlik zahirasiining koef-fitsiyenti,

$$s_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_v + \psi_{\tau} \tau_m} = \frac{142}{\frac{1,49}{0,72} \cdot 5,61 + 0,1 \cdot 5,61} = \frac{142}{12,17} = 11,67.$$

A-A kesim uchun mustahkamlik zahirasiining natijaviy koef-fitsiyenti:

$$s = \frac{s_{\sigma} s_{\tau}}{\sqrt{s_{\sigma}^2 + s_{\tau}^2}} = \frac{3,93 \cdot 11,67}{\sqrt{3,93^2 + 11,67^2}} = \frac{45,86}{12,31} = 3,73.$$

II-II kesim. Kuchlanishlar konsentratsiyasi podshipnikni val-ga tigʻiz oʻtqazilishi hisobiga hosil boʻladi; $\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} = 3,3$ va $\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} = 2,38$

([4] 8.7-jadval); $\psi_{\sigma} = 0,15$ va $\psi_{\tau} = 0,1$.

Eguvchi moment,

$$M = T_3 = 342,8 \cdot 10^3 \text{ Nmm}.$$

Oʻq boʻyicha qarshilik momenti,

$$W = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 50^3}{32} = 12,27 \cdot 10^3 \text{ Nmm}.$$

Normal kuchlanish amplitudasi,

$$\sigma_v = \sigma_{\max} = \frac{M}{W} = \frac{342,8 \cdot 10^3}{12,27 \cdot 10^3} \approx 28 \text{ MPa}.$$

Qutbga nisbatan qarshilik momenti:

$$W_p = 2W = 2 \cdot 12,27 \cdot 10^3 = 24,54 \cdot 10^3 \text{ mm}^3.$$

Urinma kuchlanish sikli amplitudasi va o'rtacha kuchlanishi:

$$\tau_v = \tau_m = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{M}{2W_p} = \frac{342,8 \cdot 10^3}{2 \cdot 24,54 \cdot 10^3} \approx 7 \text{ MPa}.$$

Normal kuchlanish bo'yicha mustahkamlik zahirasiining koefitsiyenti:

$$s_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \sigma_v} = \frac{246}{3,3 \cdot 28} = \frac{246}{92,4} = 2,7.$$

Urinma kuchlanish bo'yicha mustahkamlik zahirasiining koefitsiyenti:

$$s_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau} \tau_v + \psi_\tau \tau_m} = \frac{142}{2,38 \cdot 7 + 0,1 \cdot 7} = \frac{142}{17,36} = 8,2.$$

II-II kesim uchun mustahkamlik zahirasiining natijaviy koefitsiyenti:

$$s = \frac{s_\sigma s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} = \frac{2,7 \cdot 8,2}{\sqrt{2,7^2 + 8,2^2}} = \frac{22,14}{8,63} = 2,6.$$

Ж-Ж kesim. Kuchlanishlar konsentratsiyasi katta diametrdan kichigiga o'tish hisobiga hosil bo'ladi ($d=50$ dan $d=45$ ga):

$$\frac{D}{d} = \frac{50}{45} \approx 1,1 \text{ va } \frac{r}{d} = \frac{2,25}{45} \approx 0,05, \quad k_\sigma = 1,50 \text{ va } k_\tau = 1,15 \text{ ([4] 8.2-jadval)}.$$

Kesimning o'q bo'yicha qarshilik momenti,

$$W = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 45^3}{32} = 8,94 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}.$$

Normal kuchlanish amplitudasi,

$$\sigma_v = \sigma_{\max} = \frac{M}{W} = \frac{342,8 \cdot 10^3}{8,94 \cdot 10^3} = 38,34 \text{ MPa.}$$

Qutbga nisbatan qarshilik momenti,

$$W_p = 2W = 2 \cdot 8,94 \cdot 10^3 = 17,88 \cdot 10^3 \text{ mm}^3.$$

Urinma kuchlanish sikli amplitudasi va oʻrtacha kuchlanishi,

$$\tau_v = \tau_m = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{M}{2W_p} = \frac{342,8 \cdot 10^3}{2 \cdot 17,88 \cdot 10^3} = 9,6 \text{ MPa.}$$

Normal kuchlanish boʻyicha mustahkamlik zahirasiining koef-fitsiyenti,

$$s_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \sigma_v} = \frac{246}{3,3 \cdot 38,34} = \frac{246}{126,52} = 1,9.$$

Urinma kuchlanish boʻyicha mustahkamlik zahirasiining koef-fitsiyenti,

$$s_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau} \tau_v + \psi_\tau \tau_m} = \frac{142}{2,38 \cdot 9,6 + 0,1 \cdot 9,6} = \frac{142}{23,81} = 5,96.$$

Ж-Ж kesim uchun mustahkamlik zahirasiining natijaviy koef-fitsiyenti:

$$s = \frac{s_\sigma s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} = \frac{1,9 \cdot 5,96}{\sqrt{1,9^2 + 5,96^2}} = \frac{11,32}{6,3} = 1,8.$$

II.2.10. Reduktor chizmasi

Reduktor va uning detallarinig ishchi chizmalarini, roʻyxatini hisoblash-tushuntirish xatini titul varagʻini ham tayyorlab himoyalash ishlarini [5] dagi tavsiyalarga mos ravishda bajariladi.

Reduktor detallari tartib raqamlari va asosiy yozuvlari bilan birgalikda 1:1 masshtabda A1 (594x841 mm)ga ikki proeksiyada chiziladi.

Reduktor detallarining ro'yxati A4 formatda standartda belgilangan asosiy (birinchi bet) va davom etuvchi (keyingi betlar) shtampli jadvallar ko'rinishida to'ldiriladi.

II.2.11. Tishli g'ildiraklar va podshipniklar uchun qo'yimlar

Qo'yimlar 10.13[4] -jadvaldagi ma'lumotlar va ko'rsatmalarga mos ravishda belgilanadi.

Tishli g'ildirakning valga qo'yimi standart bo'yicha $\frac{H7}{p6}$.

Valning podshipnik osti bo'yni qo'yimi valning k6 og'ishi bilan bajariladi. Korpusdagi tashqi halqa osti teshigining og'ishi H7 bo'yicha olinadi.

Qolgan qo'yimlar 710.13[4]-jadval bo'yicha belgilanadi.

II.2.12. Reduktor uchun moy turini tanlash

Tishli ilashmaning moylanishi tishli g'ildirakning sachratishi orqali amalga oshiriladi, bunda tishli g'ildirak taxminan 10 mm.gacha reduktorga quyilgan moyga botib turadi. Moy vannasining hajmi quyidagicha aniqlanadi,

$$V = 0,25 \cdot P_{dv} = 0,25 \cdot 4,44 = 1,11 \text{ dm}^3.$$

10.8[4] -jadvaldan moyning qovushoqligini aniqlaymiz. Bunda kontakt kuchlanish va aylanma tezlik orqali moy qovushoqligi tanlanadi. $\sigma_H = 371 \text{ MPa}$ va $v = 0,47 \text{ m/s}$ da moyning qovushoqligi $34 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

10.10[4] jadvaldan shu qovushoqlik bo'yicha moy turini tanlaymiz. Bunda I-40A sanoat moyini qabul qilamiz.

Podshipniklar kamerasini plastik moylovchi material bilan to'ldiriladi, yoki davriy ravishda press-maslenka yordamida moylab turiladi.

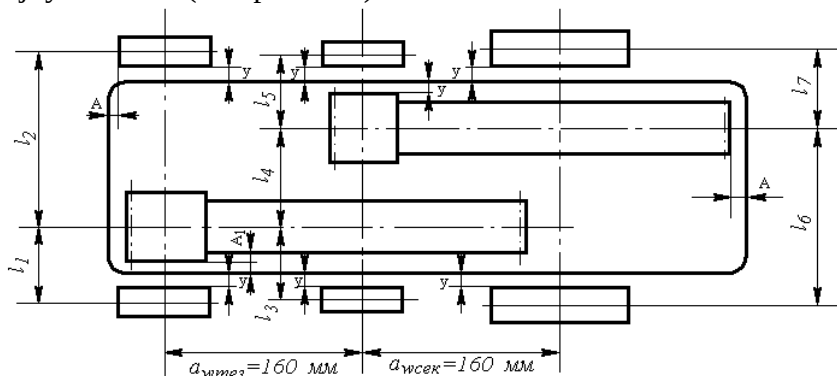
II.2.13. Reduktorni yig'ish

Reduktorni yig'ishdan oldin reduktor korpusi ichki qismi yaxshilab tozalanadi va moyga bardoshli bo'yoq bilan qoplanadi.

Yig'ishni reduktorning yig'ma chizmasiga mos ravishda olib boriladi.

ILOVA

Yoyiq sxemadagi ikki pog'onali silindrik reduktorning detallari ni joylashtirish (komponovka) chizmasi ilova tarzida keltirildi.



Bu chizma shu kabi sxemali reduktorlarni loyihalovchi talabalarga mo'ljallanib, qolgan barcha xisob-kitoblari yuqorida keltirilgan misollardagi kabi bajarilishi mumkin.

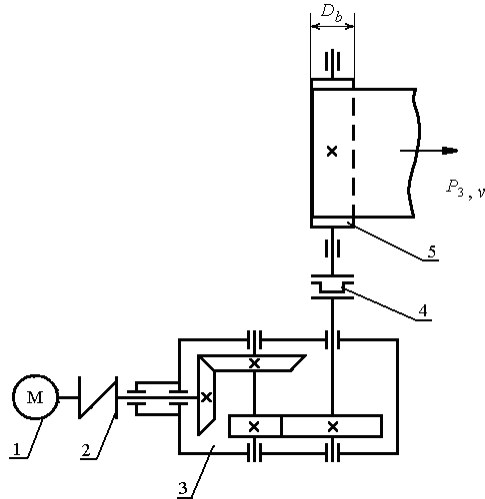
Kurs loyihasi topshiriqlari

Quyida kurs loyihasining topshiriq variantlari keltirilgan. Ular asosan uch pog'onadan tashkil topgan yuritmalardan iborat qilib berilgan. O'qituvchining ko'rsatmasi bo'yicha talabalarga topshiriqlarning ochiq uzatmadan tashkil topgan pog'onasini etiborga olmaslikka ruxsat etiladi.

Topshiriqlar 10 ta variantdan iborat qilib tayyorlangan va alohida sahifa(bet)ga joylashtirilgan bo'lib, ulardan talaba uchun ksero-nusxa ko'chirib olishga mo'ljallangan.

1-topshiriq

1-shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Lentali konveyer barabani validagi quvvat P_3 , lentaning tezligi v qiymatlari 1-jadvalda ko'rsatilgan. Yuritmaning xizmat qilish muddani 7 yil. $K_{yil}=0,5$; $K_{sut}=0,6$.



1-shakl. Lentali konveyer yuritmasi

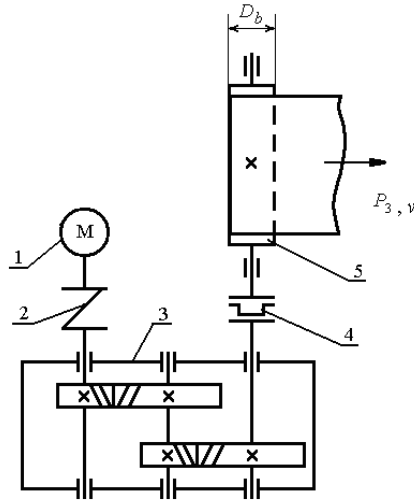
1-elektrodvigatel; 2-elastik mufta; 3-ikki pog'onali, konussimon va silindrik g'ildirakli reduktor; 4-kompensatsiyalovchi mufta; 5-lentali konveyer barabani

1-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_3 , kVt	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5
v , m/s	0,9	1,0	1,05	1,1	1,15	1,2	0,9	1,0	1,05	1,1
D_b , mm	300	325	350	375	400	425	325	375	400	425

2-topshiriq

2-shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Lentali konveyer barabani validagi quvvat P_3 , lentaning tezligi v qiymatlari 1-jadvalda ko'rsatilgan. Yuritmaning xizmat qilish muddati 8 yil. $K_{yil}=0,55$; $K_{sut}=0,65$.



2-shakl. Lentali konveyer yuritmasi

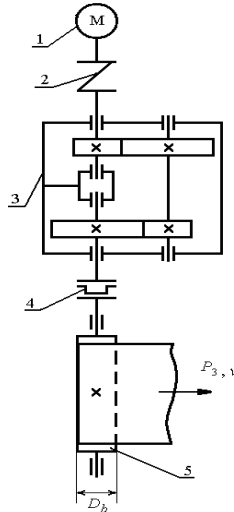
1-elektrodvigatel; 2-elastik mufta; 3-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli reduktor; 4-kompensatsiyalovchi mufta; 5-lentali konveyer barabani

2-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_3 , kVt	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	4
v , m/s	1	1,2	1,4	1,6	1,75	1,6	1,4	1,2	1	0,9
D_b , mm	325	345	370	385	400	320	340	360	380	400

3-topshiriq

3-shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Lentali konveyer barabani validagi quvvat P_3 , lentaning tezligi v qiymatlari 1-jadvalda ko'rsatilgan. Yuritmaning xizmat qilish muddani 7 yil. $K_{yil}=0,6$; $K_{sut}=0,7$



3-shakl. Lentali konveyer yuritmasi

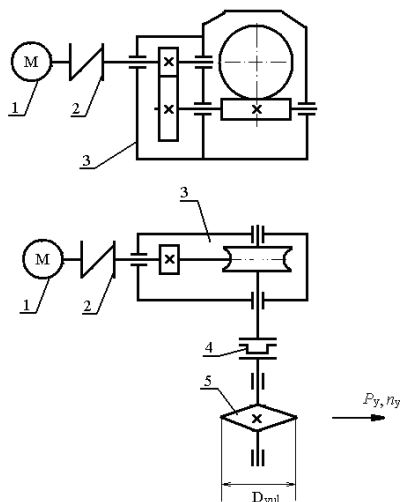
1-elektrodvigatel; 2-elastik mufta; 3-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli o'qdosh reduktor; 4-kompensatsiyalovchi mufta; 5-lentali konveyer barabani

3-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_3 , kVt	2,25	2,5	2,75	3,0	3,25	3,5	3,75	4,0	4,25	4,5
v , m/s	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
D_b , mm	275	275	300	300	375	325	350	350	375	375

4-topshiriq

4-shaklda ko'rsatilgan zanjirli konveyer yuritmasi loyihalansin. Zanjirli konveyer validagi quvvat P_y , konveyer valining aylanishlar chastotasi n_y qiymatlari 4-jadvalda ko'rsatilgan. Yuritmaning xizmat qilish muddani 6 yil. $K_{yil}=0,3$; $K_{sut}=0,4$.



4-shakl. Zanjirli konveyer yuritmasi

1-elektrovigatel; 2-elastik mufta; 3-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli va chervyakli reduktor; 4-kompensatsiyalovchi mufta; 5-konveyer yulduzchasi

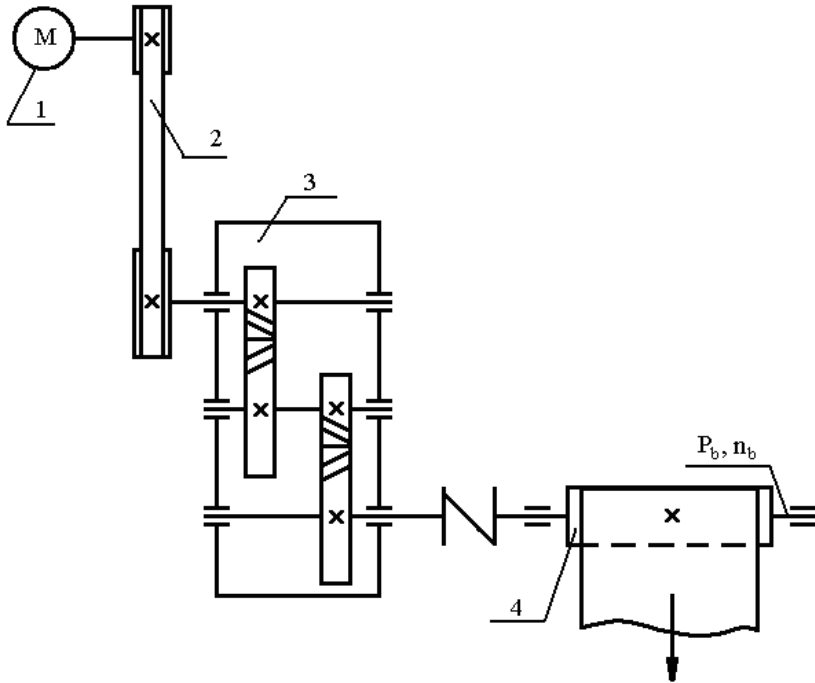
4-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_y , kVt	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25
n_y , min^{-1}	32	34	36	38	40	32	34	36	38	40
D_{yul} , mm	300	350	400	350	400	350	400	350	300	340

5-topshiriq

5-shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Lentali konveyer barabani validagi quvvat P_b , konveyer barabani valining aylanishlar chastotasi n_b qiymatlari 5-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



5-shakl. Lentali konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ponasimon tasmali yzatma; 3-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli reduktor; 4-lentali konveyer barabani

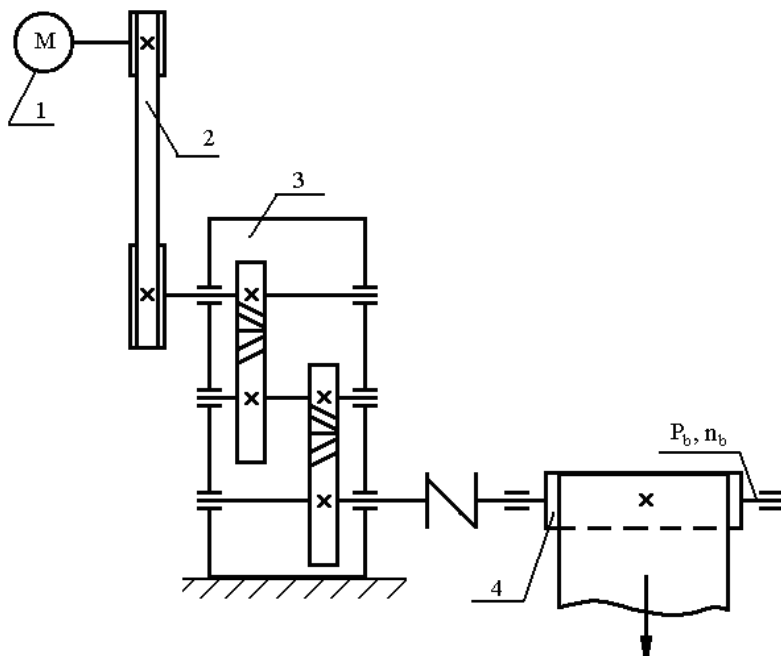
5-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_b , kVt	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
n_b , min^{-1}	50	50	50	40	50	80	100	80	80	100
D_b , mm	300	300	300	350	250	250	250	300	300	300

6-topshiriq

6-shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Lentali konveyer barabani validagi quvvat P_b , konveyer barabani valining aylanishlar chastotasi n_b qiymatlari 6-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



6-shakl. Lentali konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ponasimon tasmali yzatma; 3-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli reduktor; 4-lentali konveyer barabani

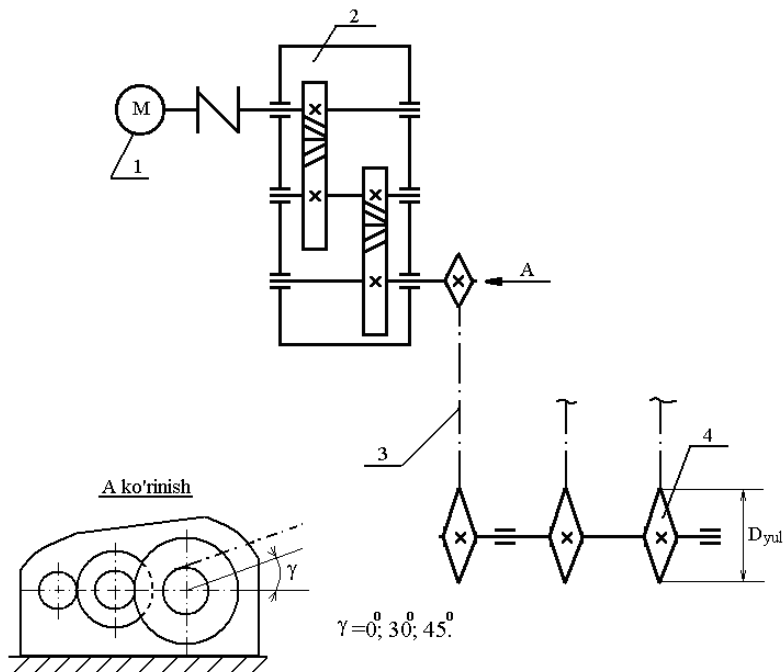
6-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_b, kVt	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5
n_b, min^{-1}	50	40	60	65	40	50	60	65	40	50
D_b, mm	300	320	320	320	350	350	340	350	375	375

7-topshiriq

7-shaklda ko'rsatilgan zanjirli konveyer yuritmasi loyihalansin. Zanjirli konveyer validagi quvvat P_y , konveyer valining aylanishlar chastotasi n_y qiymatlari 7-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



7-shakl. Zanjirli konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli reduktor; 3-zanjirli uzatma; 4-konveyer yulduzchasi

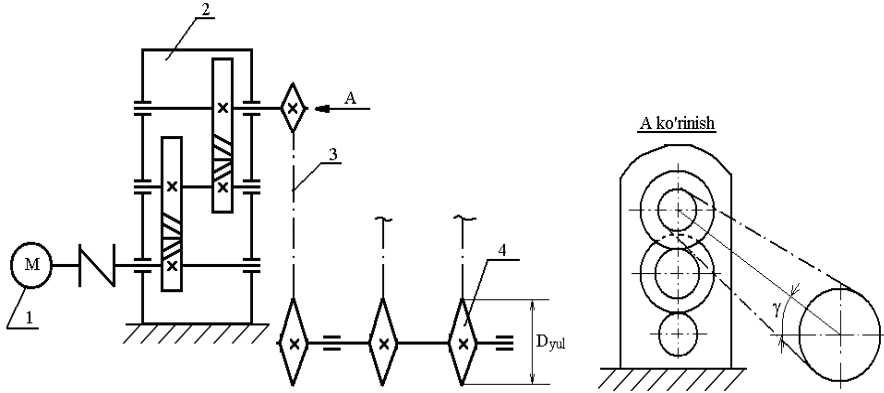
7-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_y, kVt	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5
n_y, min^{-1}	30	50	40	30	50	40	30	50	40	30
D_{yul}, mm	275	275	285	300	285	300	320	300	320	325
$\gamma, ^\circ$	0°	30°	45°	0°	30°	45°	0°	30°	45°	0°

8-topshiriq

8-shaklda ko'rsatilgan zanjirli konveyer yuritmasi loyihalansin. Zanjirli konveyer validagi quvvat P_y , konveyer valining aylanishlar chastotasi n_y qiymatlari 4-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



8-shakl. Zanjirli konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli reduktor; 3-zanjirli uzatma; 4-konveyer yulduzchasi

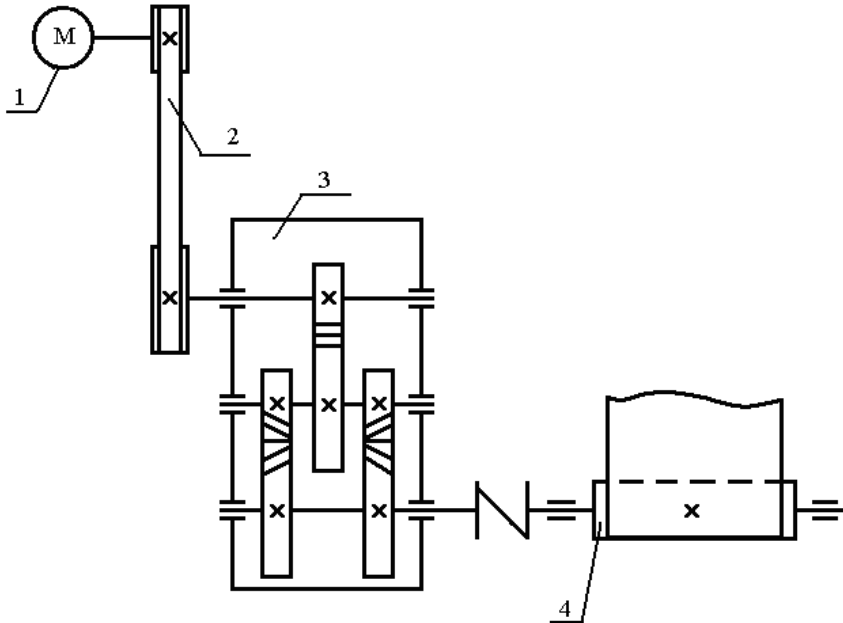
8-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_y kVt	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5	5,25
n_y , min^{-1}	40	80	120	40	80	120	40	80	120	40
D_{yul} , mm	280	280	275	300	275	275	320	275	260	300
γ , °	15°	30°	45°	60°	90°	0°	15°	30°	45°	60°

9-topshiriq

9-shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Lentali konveyer barabani validagi quvvat P_b , konveyer barabani valining aylanishlar chastotasi n_b qiymatlari 9-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



9-shakl. Lentali konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ponasimon tasmali yzatma; 3-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli reduktor; 4-lentali konveyer barabani

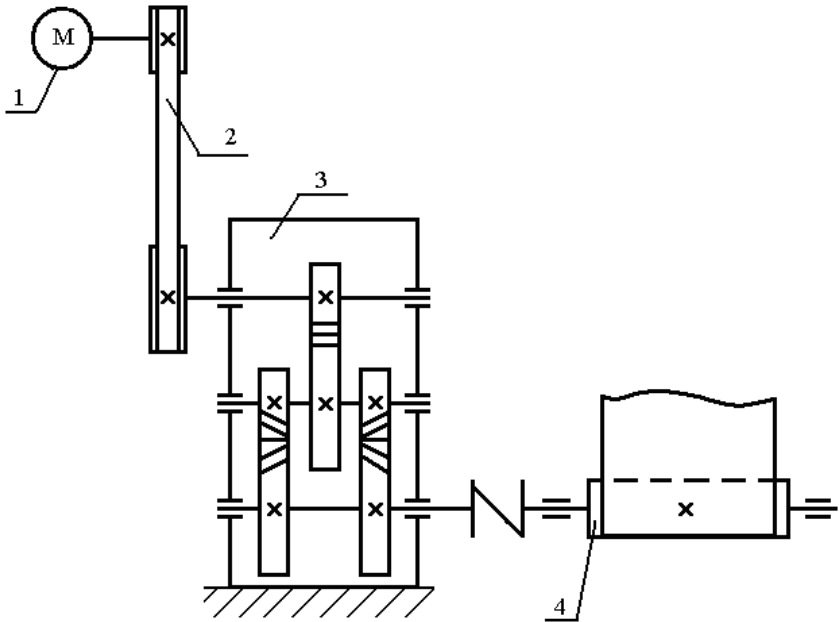
9-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_b , kVt	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5
n_b , min^{-1}	30	40	50	60	30	40	50	60	40	50
D_b , mm	320	320	320	320	350	350	350	350	350	350

10-topshiriq

10-shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Lentali konveyer barabani validagi quvvat P_b , konveyer barabani valining aylanishlar chastotasi n_b qiymatlari 10-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



10-shakl. Lentali konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ponasimon tasmali yzatma; 3-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli reduktor; 4-lentali konveyer barabani

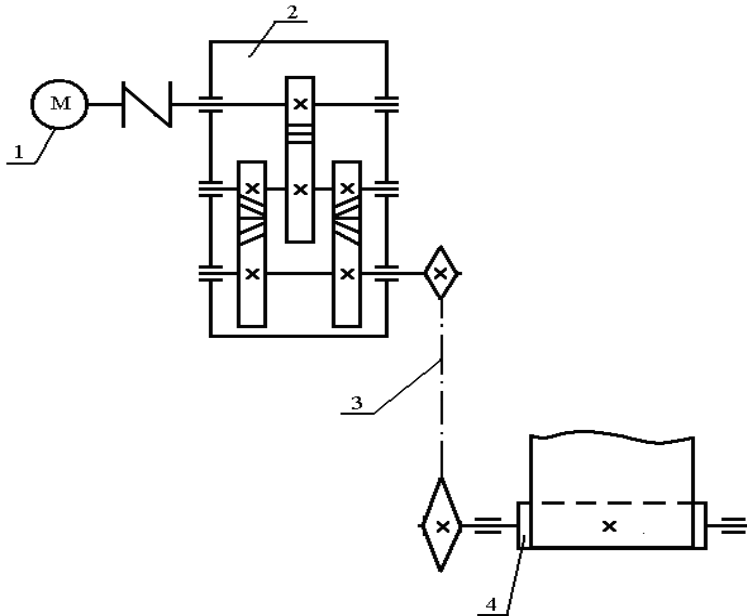
10-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_b , kVt	2	3	4	5	6	7	6	5	4	3
n_b , min^{-1}	40	40	60	80	80	40	40	40	100	100
D_b , mm	325	340	340	340	340	375	375	375	300	300

11-topshiriq

11-shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Lentali konveyer barabani validagi quvvat P_b , konveyer barabani valining aylanishlar chastotasi n_b qiymatlari 11-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



11-shakl. Lentali konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli reduktor; 3-zanjirli uzatma; 4-lentali konveyer barabani

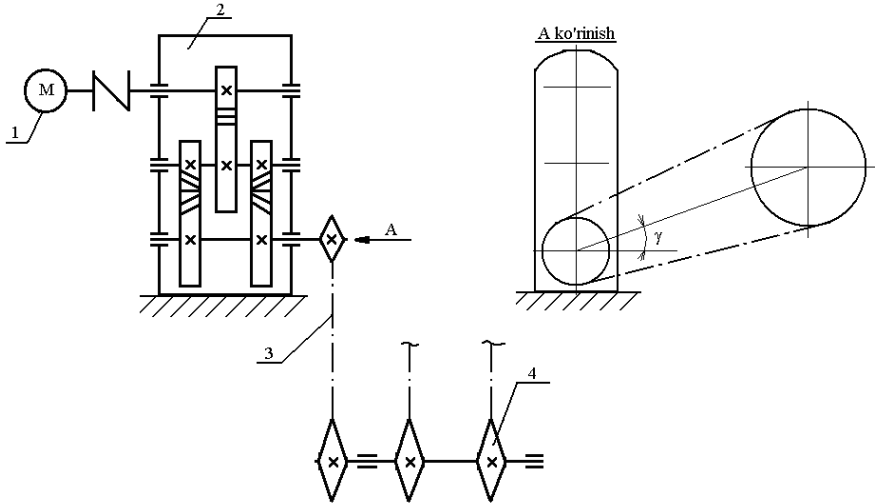
11-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_b , kVt	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5
n_b , min^{-1}	60	80	100	120	60	80	100	120	80	100
D_b , mm	300	300	300	300	350	350	320	320	350	350

12-topshiriq

12-shaklda ko'rsatilgan zanjirli konveyer yuritmasi loyihalansin. Zanjirli konveyer validagi quvvat P_y , konveyer valining aylanishlar chastotasi n_y qiymatlari 8-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



12-shakl. Zanjirli konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli reduktor; 3-zanjirli uzatma; 4-konveyer yulduzchasi

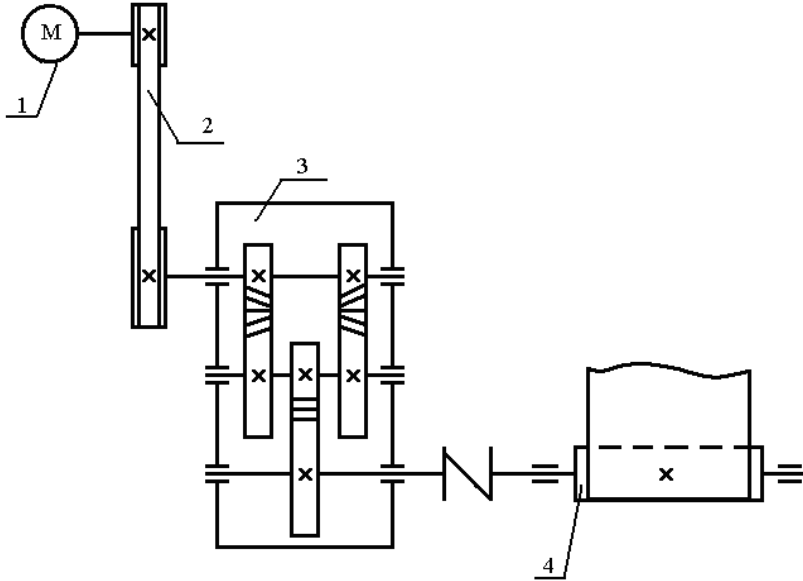
12-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_y , kVt	2	3	4	5	6	7	6	5	4	3
n_y , min^{-1}	80	100	120	40	40	60	80	80	80	60
D_{yul} , mm	250	250	275	275	300	300	300	275	275	250
γ , °	0°	15°	30°	45°	60°	0°	15°	30°	45°	60°

13-topshiriq

13-shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Lentali konveyer barabani validagi quvvat P_b , konveyer barabani valining aylanishlar chastotasi n_b qiymatlari 9-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



13-shakl. Lentali konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ponasimon tasmali yzatma; 3-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli reduktor; 4-lentali konveyer barabani

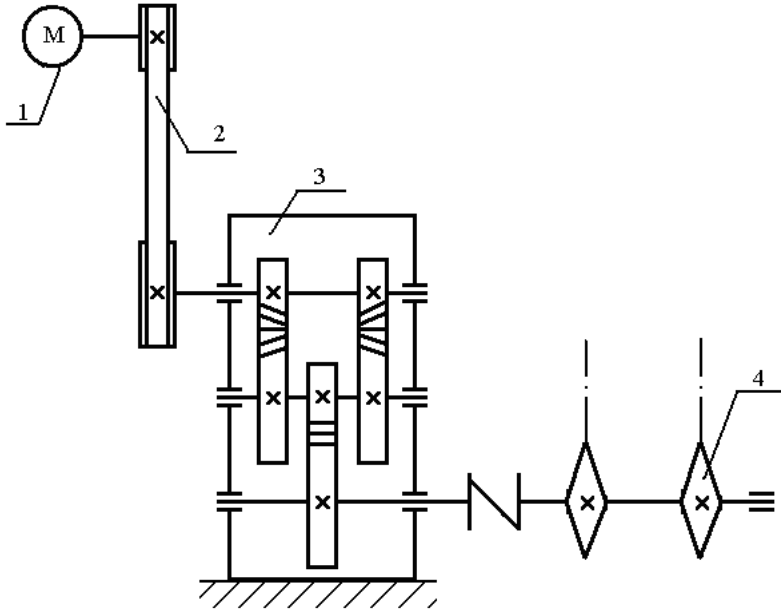
13-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_b , kVt	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4
n_b , min^{-1}	40	70	100	40	75	100	40	75	40	75
D_b , mm	275	275	300	300	350	350	400	275	275	300

14-topshiriq

14-shaklda ko'rsatilgan zanjirli konveyer yuritmasi loyihalansin. Zanjirli konveyer validagi quvvat P_v , konveyer valining aylanishlar chastotasi n_v qiymatlari 14-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



14-shakl. Zanjirli konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ponasimon tasmasi uzatma; 3-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli reduktor;; 4-konveyer yulduzchasi

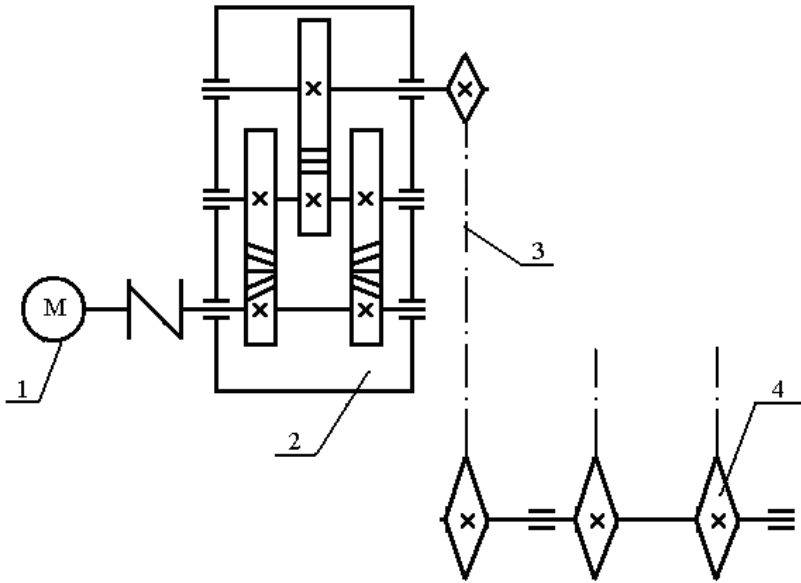
14-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_y kVt	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5
n_y, min^{-1}	40	60	80	40	60	80	40	60	80	40
D_{yul}, mm	200	200	220	240	260	260	300	200	200	220

15-topshiriq

15-shaklda ko‘rsatilgan zanjirli konveyer yuritmasi loyihalansin. Zanjirli konveyer validagi quvvat P_y , konveyer valining aylanishlar chastotasi n_y qiymatlari 15-jadvalda ko‘rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



15-shakl. Zanjirli konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ikki pog‘onali, silindrik g‘ildirakli reduktor; 3-zanjirli uzatma; 4-konveyer yulduzchasi

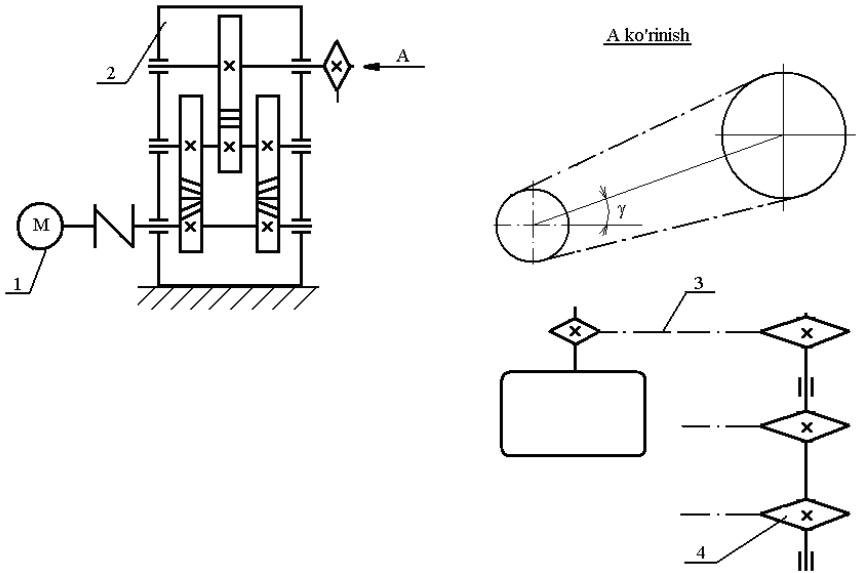
15-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_y , kVt	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	9	2,5	3,5	4,5
n_y , min^{-1}	30	50	75	30	50	75	30	50	75	30
D_{yul} , mm	200	220	250	250	270	300	325	200	220	250

16-topshiriq

16-shaklda ko'rsatilgan zanjirli konveyer yuritmasi loyihalansin. Zanjirli konveyer validagi quvvat P_y , konveyer valining aylanishlar chastotasi n_y qiymatlari 16-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



16-shakl. Zanjirli konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli reduktor; 3-zanjirli uzatma; 4-konveyer yulduzchasi

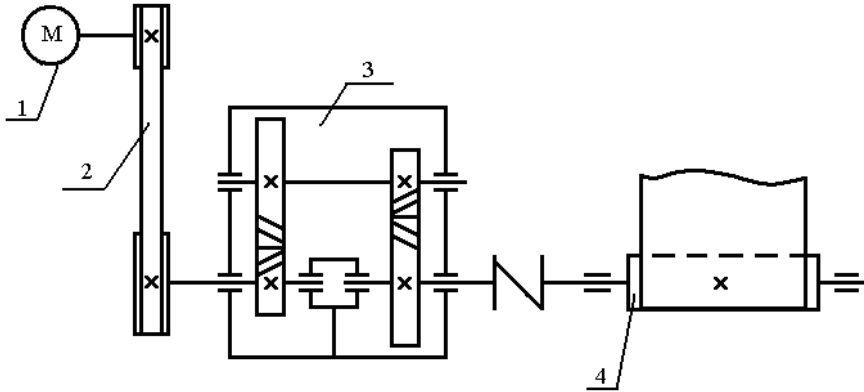
16-jadval

Variants	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_y, kVt	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5
n_y, min^{-1}	25	50	75	25	50	75	60	50	75	25
D_{yul}, mm	250	250	275	275	300	325	325	250	250	275

17-topshiriq

17-shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Lentali konveyer barabani validagi quvvat P_b , konveyer barabani valining aylanishlar chastotasi n_b qiymatlari 17-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



17-shakl. Lentali konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ponasimon tasmali yzatma; 3-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli o'qdosh reduktor; 4-lentali konveyer barabani

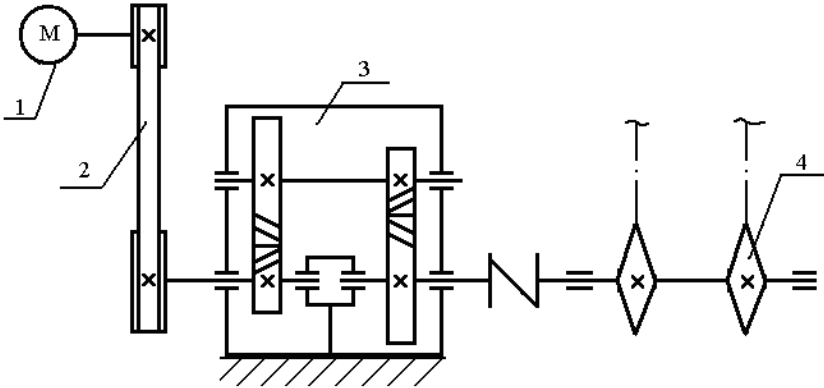
17-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_b , kVt	2	3	4	5	6	7	8	10	2	3
n_b , min^{-1}	30	80	50	30	60	30	30	50	50	30
D_b , mm	275	275	300	300	350	350	400	400	275	275

18-topshiriq

18-shaklda ko'rsatilgan zanjirli konveyer yuritmasi loyihalansin. Zanjirli konveyer validagi quvvat P_v , konveyer valining aylanishlar chastotasi n_y qiymatlari 18-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



18-shakl. Zanjirli konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ponasimon tasmali yzatma; 3-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli o'qdosh reduktor; 4-konveyer yulduzchasi

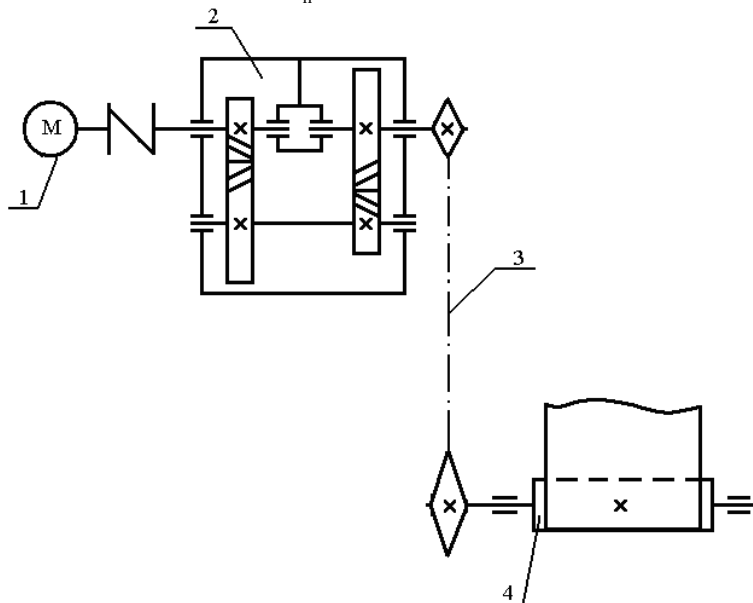
18-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_v , kVt	3	3,5	4	4,5	5,5	6,5	7,5	3	3,5	4
n_y , min^{-1}	25	75	50	25	50	60	40	50	25	75
D_{yul} , mm	250	200	250	270	250	250	275	225	250	225

19-topshiriq

19-shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Lentali konveyer barabani validagi quvvat P_b , konveyer barabani valining aylanishlar chastotasi n_b qiymatlari 19-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



19-shakl. Lentali konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli o'qdosh reduktor;
3-zanjirli uzatma; 4-lentali konveyer barabani

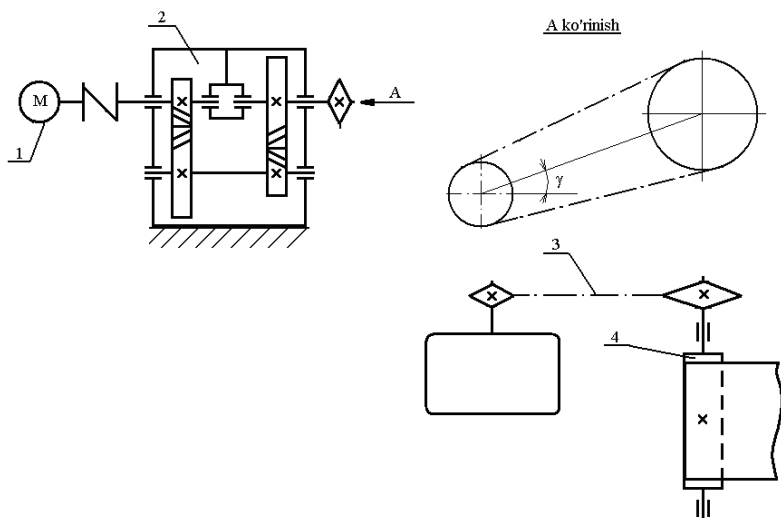
19-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_b , kVt	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	9	2,5	3,5	4,5
n_b , min ⁻¹	25	75	50	25	50	75	40	50	25	75
D_b , mm	300	250	300	350	300	325	375	275	300	300

20-topshiriq

20-shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Lentali konveyer barabani validagi quvvat P_b , konveyer barabani valining aylanishlar chastotasi n_b qiymatlari 20-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



20-shakl. Lentali konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ikki pog'onali, silindrik g'ildirakli o'qdosh reduktor;
3-zanjirli uzatma; 4-lentali konveyer barabani

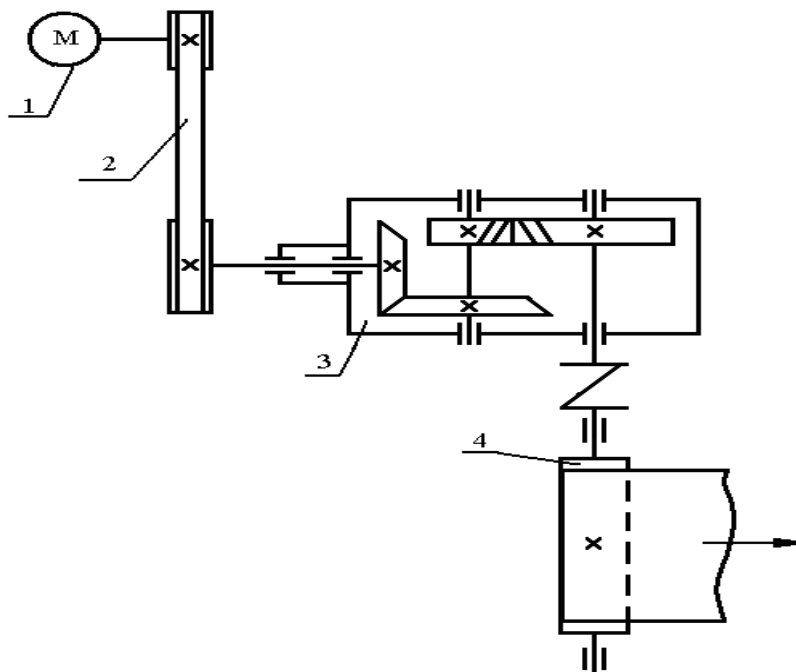
20-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_b , kVt	2	2,75	3,5	4,25	5	5,75	6,5	7,5	2	2,75
n_b , min^{-1}	30	60	30	60	35	70	40	80	60	30
D_b , mm	300	250	325	300	325	325	375	350	250	300

21-topshiriq

21-shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Lentali konveyer barabani validagi quvvat P_b , konveyer barabani valining aylanishlar chastotasi n_b qiymatlari 21-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



21-shakl. Lentali konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ponasimon tasmali yzatma; 3-ikki pog'onali, konussimon va silindrik g'ildirakli reduktor; 4-lentali konveyer barabani

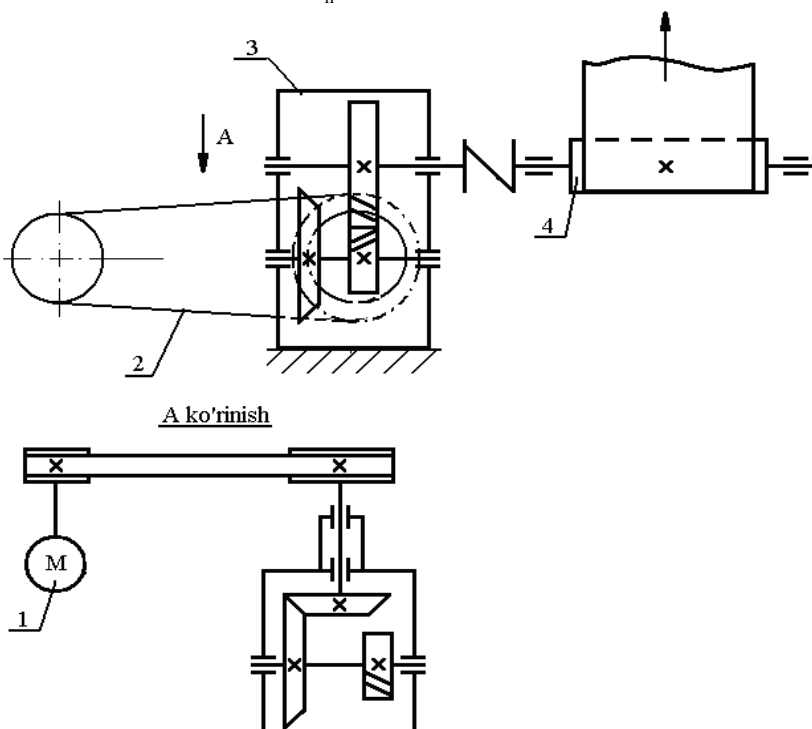
21-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_b , kVt	2	2,75	3,5	4,25	5	5,75	6,5	2,5	3,25	3,75
n_b , min^{-1}	40	60	80	40	60	80	40	60	80	40
D_b , mm	300	300	300	325	325	325	350	300	300	325

22-topshiriq

22-shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Lentali konveyer barabani validagi quvvat P_b , konveyer barabani valining aylanishlar chastotasi n_b qiymatlari 22-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



22-shakl. Lentali konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ponasimon tasmali yzatma; 3-ikki pog'onali, ko-nussimon va silindrik g'ildirakli reduktor; 4-lentali konveyer barabani

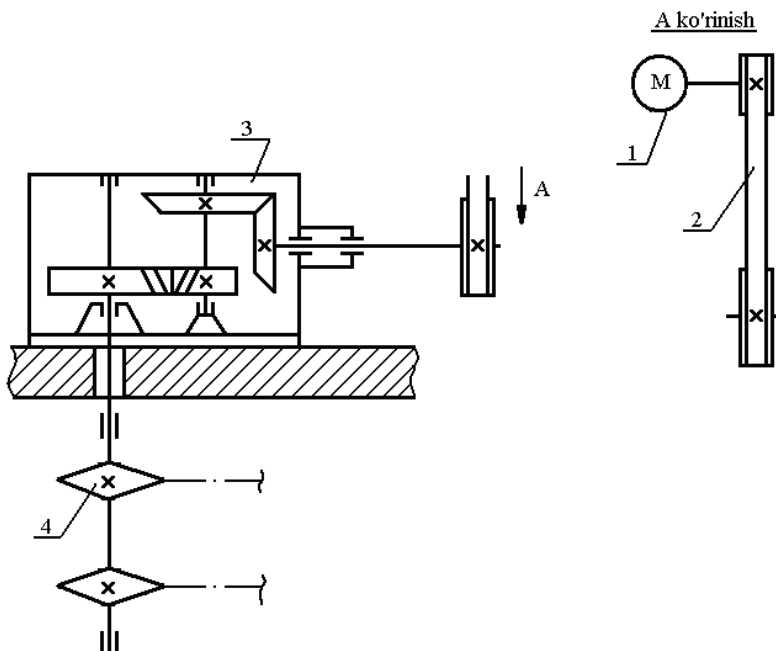
22-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_b , kVt	2	2,5	3	3,5	4	5	6	2	2,5	3
n_b , min^{-1}	25	50	75	25	50	30	60	50	75	25
D_b , mm	325	300	300	325	325	350	350	300	300	325

23-topshiriq

23-shaklda ko'rsatilgan zanjirli konveyer yuritmasi loyihalansin. Zanjirli konveyer validagi quvvat P_y , konveyer valining aylanishlar chastotasi n_y qiymatlari 23-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



23-shakl. Zanjirli konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ponasimon tasmali yzatzma; 3-ikki pog'onali, konussimon va silindrik g'ildirakli reduktor; 4-konveyer yulduzchasi

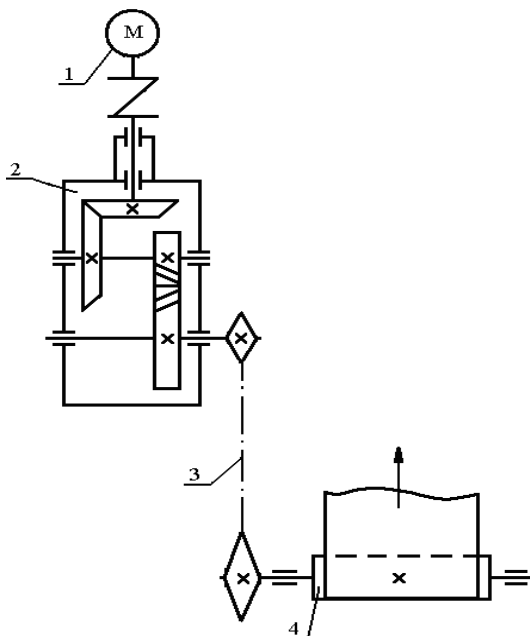
23-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_y, kVt	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	2	2,25	2,5
n_y, min^{-1}	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30
D_{yul}, mm	275	275	250	300	275	300	325	275	250	275

24-topshiriq

24-shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Lentali konveyer barabani validagi quvvat P_b , konveyer barabani valining aylanishlar chastotasi n_b qiymatlari 20-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



24-shakl. Lentali konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ikki pog'onali, konussimon va silindrik g'ildirakli reduktor; 3-zanjirli yzatma; 4-lentali konveyer barabani

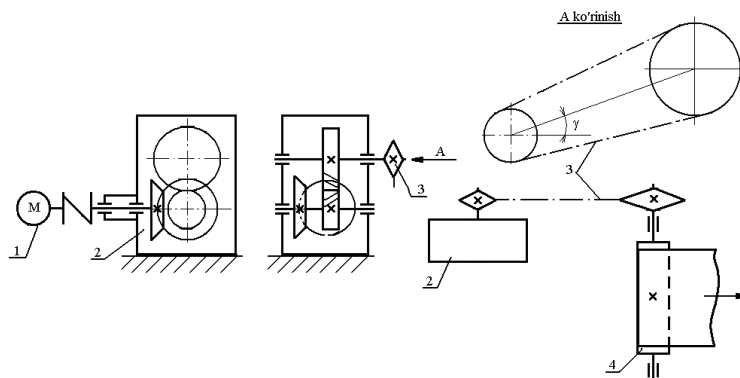
24-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_b , kVt	3	3,5	4	4,5	5	5,5	7	3	3,5	4
n_b , min^{-1}	25	40	60	25	40	60	30	40	60	25
D_{yul} , mm	225	200	225	250	250	250	275	200	200	240

25-topshiriq

25-shaklda ko'rsatilgan lentali konveyer yuritmasi loyihalansin. Lentali konveyer barabani validagi quvvat P_b , konveyer barabani valining aylanishlar chastotasi n_b qiymatlari 25-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



25-shakl. Lentali konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ikki pog'onali, konussimon va silindrik g'ildirakli reduktor; 3-zanjirli yzatzma; 4-lentali konveyer barabani

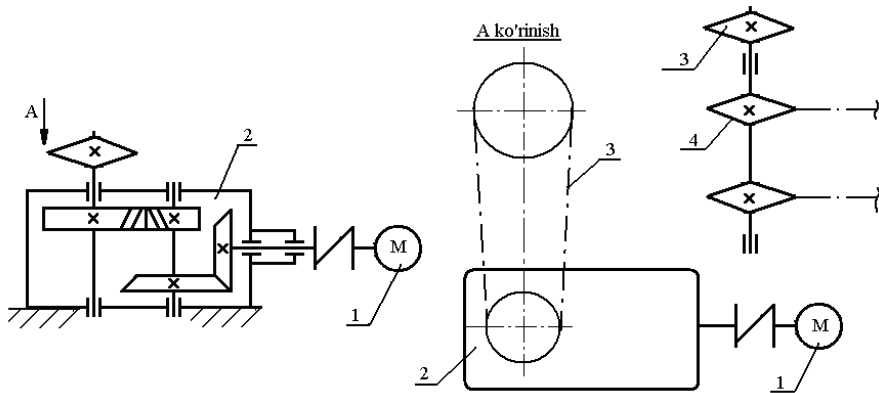
25-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_b , kVt	2	2,5	2,6	3,7	3,3	3,6	4	2	2,3	2,6
n_b , min^{-1}	25	50	75	25	50	75	25	50	75	25
D_b , mm	275	250	250	300	275	300	325	250	250	275

26-topshiriq

26-shaklda ko'rsatilgan zanjirli konveyer yuritmasi loyihalansin. Zanjirli konveyer validagi quvvat P_y , konveyer valining aylanishlar chastotasi n_y qiymatlari 26-jadvalda ko'rsatilgan.

Hamma variantlar uchun $L_h = 40 \cdot 10^3$.



26-shakl. Zanjirli konveyer yuritmasi

1-elektrodvigatel; 2-ikki pog'onali, konussimon va silindrik g'ildirakli reduktor; 3-zanjirli uzatma; 4-konveyer yulduzchasi

26-jadval

Variant	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_y , kVt	2	2,3	2,6	3	3,4	3,7	4	2	2,3	2,6
n_y , min^{-1}	25	60	25	60	25	60	25	60	25	60
D_{yul} , mm	300	300	325	300	325	300	350	275	325	300

Foydalanilgan adabiyotlar

1. I.S. Sulaymonov. Mashina detallari. O'qituvchi, Toshkent. 1981. 306 b.
2. Sh. A. Shoobidov. Mashina detallari. Toshkent. 2004. 120 b.
3. М.Н. Иванов. Детали машин. Учебник для машиностроительных вузов, М.: Высшая школа. 2006. 408 b.
4. С.А. Чернавский и др. Курсовое проектирование деталей машин. М.: Машиностроение. 1987. 416 b.
3. S.A. Orifxo'jaev. Mashina detallaridan kurs loyihasini rasmiylashtirish. T., 2013., 21 b.

Mundarija

I.Bo‘lim. Hisoblash tushuntirish ishlari

1.1.	Mashina detallaridan kurs loyihasini bajarish.....	3
1.2.	Yuritmaning kinematik hisobi.....	4
1.3.	Elektrodvigatelning talab qilingan quvvati.....	4
1.4.	Uzatish nisbatini pog‘onalararo taqsimlash.....	5
1.5.	Yuritma vallarining ko‘rsatkichlari.....	8
1.6.	Tishli uzatmalarni hisoblash.....	8
1.7.	Tishli g‘ildiraklar materiallarini tanlash. Ruxsat etilgan kuchlan- ishlarni aniqlash.....	9
2.	Ochiq tishli uzatmalarni hisoblash.....	13
2.1.	Ochiq silindrik tishli uzatmaning hisobi.....	14
2.2.	Ochiq konussimon tishli g‘ildirakli uzatma.....	18
3.	Yopiq tishli uzatma (reduktor)larni hisoblash.....	20
3.1.	Silindrik tishli g‘ildirakli uzatma.....	21
3.2.	Konussimon tishli g‘ildirakli uzatmalarni hisoblash.....	25
3.3.	Chervakli uzatmalarni hisoblash	29
3.4.	Chervakli reduktorning hisoblash ketma-ketligi.....	30
4.	Reduktor detallarining geometrik o‘lchamlari.....	41
4.1.	Reduktor korpusining geometrik o‘lchamlari.....	41
4.2.	Tishli gildiraklarning asosiy o‘lchamlari jadvali.....	45
4.3.	Vallarning taxminiy hisobi.....	46
4.3.1.	Yetaklovchi val.....	46
4.3.2.	Yetaklanuvchi val.....	47
4.4.	Reduktor detallarini joylashtirish.....	49
4.4.1.	Konussimon tishli g‘ildirakli reduktor detallarini joylashtirish...	52

II.Bo‘lim.

Yuritmalarni loyihalashga doir misollar

I misol	II.1. Bir pog‘onali qiya tishli silindrik reduktor va zanjirli uzatma bo‘lgan zanjirli konveyer yuritmasini loyihalash.....	58
II misol	II.2. Ikki pog‘onali o‘qdosh silindrik reduktordan tashkil topgan lentali konveyerni loyihalash.....	93
Ilova		136
	Kurs loyihasi topshiriqlari.....	136

Muharir Sidiqova K.

Musahhih Adilxodjayeva SH.